

Mestrado

Sistemas de Informação Geográfica e Ordenamento do Território

Impacte da *Hakea sericea* no ecossistema da ZIF do Marão: Situação atual e cenários evolutivos.

Daniel Amorim Serralheiro

**M**

**2018**



**Daniel Amorim Serralheiro**

Impacte da *Hakea sericea* no ecossistema da ZIF do Marão: Situação Atual  
e cenários evolutivos.

Dissertação realizada no âmbito do Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica e  
Ordenamento do Território orientada pelo Professor Doutor Alberto Gomes e  
coorientada pela Professora Doutora Hélia Marchante

Faculdade de Letras da Universidade do Porto

setembro de 2018

Impacte da *Hakea sericea* no Ecossistema da ZIF do Marão: Situação Atual e Cenários evolutivos.

Daniel Amorim Serralheiro

Dissertação realizada no âmbito do Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica e Ordenamento do Território orientada pelo Professor Doutor Alberto Gomes e coorientada pela Professora Doutor Hélia Marchante

### Membros do Júri

Professora Doutora Maria Morais  
Universidade de Trás os Montes e Alto Douro

Professor Doutor Alberto Gomes  
Faculdade de Letras Universidade do Porto

Professora Doutora Laura Soares  
Faculdade de Letras Universidade do Porto

Classificação obtida: 15 valores

*A ti minha irmã.*



## Sumário

Agradecimentos .....	IX
Resumo .....	X
Abstract.....	XI
Índice de Figuras .....	XII
Índice de Tabelas .....	XIV
Lista de abreviaturas e siglas .....	XV
1 - Introdução .....	1
Capítulo 1 - A ZIF do Marão.....	3
1.1 - Processo de Constituição .....	3
1.2 - Enquadramento legal das ZIF'S e Espécies Invasoras .....	4
Capítulo 2 - Caracterização da Espécie .....	7
2.1 - Identificação .....	7
2.2 - Características morfológicas de <i>Hakea sericea</i> .....	7
2.3 - Distribuição atual da espécie em Portugal.....	10
2.3.1 - Ambientes Invadidos .....	11
2.3.2 - Habitats Rede Natura 2000 ameaçados .....	11
2.3.3 - Processo Geral de Invasão e introdução em Portugal.....	12
2.3.4 - Processo de gestão das espécies invasoras e metodologias de controlo para <i>Hakea sericea</i> .....	13
2.4 - <i>Hakea sericea</i> na área de estudo (ZIF do Marão) .....	13
Capítulo 3 - Caracterização da ZIF do Marão segundo as variáveis usadas na modelação .....	16
3.1 - Localização da ZIF do Marão.....	16
3.2 - Caracterização da área de estudo - variáveis biofísicas e antrópicas .....	17
3.3 - Variáveis biofísicas e antrópicas .....	17
3.3.1 - Carta da Ocupação do Solo 2007.....	17
3.3.2 - Carta de Ocupação do Solo (2010) .....	20
3.3.3 - Comparação Ocupação do Solo 2007-2010.....	22
3.3.4 - Rede Viária .....	24
3.4 - Variáveis Naturais .....	26
3.4.1 - Modelo Digital do Terreno .....	26
3.4.2 - Altitude .....	28
3.4.3 - Geologia.....	30

3.4.4 - Exposição das vertentes .....	32
3.4.5 - Declive das vertentes .....	34
3.4.6 - Linhas de Água .....	36
3.4.7 - Precipitação.....	38
3.4.8 - Geada .....	40
3.4.9 - Insolação .....	42
3.4.10 - Histórico de Incêndios .....	44
3.4.11 - Rede Natura 2000 .....	48
Capítulo 4 - Modelação da disseminação de <i>Hakea sericea</i> .....	50
4.1 - Introdução.....	50
4.2 - Metodologia.....	50
4.3 - Resultados e discussão .....	54
Capítulo 5 - Gestão Florestal da ZIF do Marão.....	64
5.1 - O condicionamento as outras espécies pela <i>Hakea sericea</i> na área de estudo ...	64
5.2 - Propostas para a erradicação/mitigação da <i>Hakea sericea</i> na ZIF do Marão ....	65
5.3 - Proposta de gestão florestal vantajosa para a ZIF controlando as invasoras.....	65
Capítulo 6 - Conclusão .....	66
Glossário.....	68
Bibliografia.....	69

## **Declaração de honra**

Declaro que a presente dissertação é de minha autoria e não foi utilizado previamente noutro curso ou unidade curricular, desta ou de outra instituição. As referências a outros autores (afirmações, ideias, pensamentos) respeitam escrupulosamente as regras da atribuição, e encontram-se devidamente indicadas no texto e nas referências bibliográficas, de acordo com as normas de referenciação. Tenho consciência de que a prática de plágio e auto-plágio constitui um ilícito académico.

Chaves, Novembro 2018

Daniel Amorim Serralheiro



## **Agradecimentos**

Em primeiro lugar quero agradecer à minha família, aos meus Pais, às minhas duas sobrinhas e a minha namorada por todo o apoio, paciência, compreensão e influência que tiveram para a pessoa que me tornei, pois sem eles nada disto teria sido possível.

Ao Professor Doutor Alberto Gomes pela sua disponibilidade e incentivo em fazer um trabalho melhor.

À Professora Doutora Hélia Marchante pelo acompanhamento e pela excelente colaboração em todo o meu trabalho.

Ao Gabinete Técnico Florestal de Amarante, pela cedência de informação respeitante à ZIF do Marão.

Ao Eng.º Pedro Gomes, amigo e colega de trabalho, pela ajuda, acompanhamento e incentivo na escolha deste tema.

Aos Sapadores Florestais do Conselho Diretivo de Ansiães e Aboadela pela ajuda nas saídas de campo.

A toda a equipa da Federação Nacional dos Baldios-BALADI, por facilitarem nos horários e incentivo para escrever este documento.

A todo o grupo Motard “Os Duros” pelo incentivo e companheirismo.

À Márcia Martins pela disponibilidade e ajuda nas várias fases do estudo.

A todos, obrigado por existirem.

## Resumo

No presente trabalho pretende-se avaliar, através de um estudo de caso, a potencial área de propagação da espécie invasora *Hakea sericea* na ZIF do Marão, e, de certa forma, identificar as variáveis que favorecem a sua disseminação, assim como, fornecer elementos que auxiliam a população e a entidade gestora da Zif do Marão a evitar o seu alastramento.

Este trabalho foi executado através da caracterização da área de estudo, da recolha de informação junto dos investigadores que tem vindo a desenvolver trabalhos sobre esta temática e sobre esta espécie invasora em concreto que começa a ser de grande preocupação para algumas áreas do nosso País, nomeadamente na zona centro e norte.

Em suma, com este estudo pretende-se conhecer melhor a distribuição desta espécie na área de estudo, perceber de que forma ele pode contribuir, com consequentes impactos negativos na fauna e flora existentes, e que fatores influenciam a sua dispersão na ZIF do Marão.

Este trabalho pretende ser mais um contributo para a proteção e recuperação da biodiversidade dos ecossistemas ao procurar estudar e indicar medidas que evitem a disseminação galopante da espécie invasora *Hakea sericea* nas áreas da ZIF do Marão, Esta disseminação parece muito associada a ações antropogénicas cada vez mais persistentes, tais como, os fogos florestais agravados por um cenário de alterações climáticas.

O trabalho enquadra-se em várias políticas e estratégias europeias (Convenções Internacionais de Berna, de Bona, Convenção sobre a Diversidade Biológica e mais recentemente com a aprovação Regulamento Europeu N. o 1143/2014 do Parlamento Europeu e do Conselho de 22 de outubro de 2014), nomeadamente relacionadas com o desenvolvimento sustentável e criação de cenários evolutivos de invasão de espécies invasoras. De facto, a possibilidade de se conhecer e controlar uma espécie invasora com potenciais impactos ao nível dos habitats prioritários, com aumento da suscetibilidade dos sistemas naturais ao fogo e diminuição do interesse turístico é de grande interesse. A modelação da área de propagação da *Hakea sericea* será através do método da regressão logística.

Os resultados obtidos mostram que através da conjugação de variáveis e área preferenciais da área de estudo como o declive a exposição de vertentes, altitude, geologia, distância à rede viária, distância às linhas de água, geada e histórico de incêndios permite perceber que a distância à rede viária e a ocorrência de geadas são variáveis que influenciam a propagação da *Hakea sericea*. Conclui-se que a *Hakea sericea* na área de estudo tem tendência a alargar a sua área de invasão na zona norte da ZIF, uma vez que compila vários fatores determinantes para a sua expansão, tal como a ocorrência sucessiva de incêndios, rede viária e geada fatores estes determinantes para a expansão desta espécie.

**Palavras-chave:** *Hakea sericea*, espécies invasoras, Regressão Logística, Zif

## Abstract

In the present work we intend to evaluate, through a case study, the potential propagation area of the invasive species *Hakea sericea* in the Zif of Marão, and, to a certain extent, to identify the variables that favor its dissemination, as well as to provide elements that help the population and the managing entity of Zif of Marão to avoid their spreading. This work was carried out through the characterization of the area of study, the collection of information from the researchers that has been developing works on Zif of Marão this subject and on this invasive species in concrete that begins to be of great concern for some areas of our Country, namely in the center and north.

In short, this study intends to know better the distribution of this species in the study area, to understand how it can contribute, with consequent negative impacts on the fauna and flora existing, and what factors influence its dispersion in the Zif of Marão. This work intends to be a further contribution to the protection and recovery of the biodiversity of ecosystems when looking to study and to indicate measures that prevent the galloping dissemination of the invasive species *Hakea sericea* in the areas of the Maran ZIF. This dissemination seems very associated to anthropogenic actions increasingly persistent, such as forest fires aggravated by a climate change scenario. The work is part of a number of European policies and strategies (the Berne, Bonn, Convention on Biological Diversity and more recently with the adoption of European Regulation No 1143/2014 of the European Parliament and of the Council of 22 October 2014), namely related to sustainable development and creation of invasive species invasive scenarios. In fact, the possibility of knowing and controlling an invasive species with potential impacts on the priority habitats, increasing the susceptibility of natural systems to fire and reducing tourist interest is of great interest. The modeling of the *Hakea sericea* propagation area will be through the logistic regression method. The results obtained show that, through the conjugation of variables and the area of study, such as the slope, the exposure of slopes, altitude, geology, distance to the road network, distance to water lines, frost and fire history makes it possible to perceive that the distance to the road network and the occurrence of frosts are variables that influence the propagation of *Hakea sericea*. It is concluded that *Hakea sericea* in the study area tends to extend its invasion area in the northern zone of the ZIF, since it compiles several determinants for its expansion, such as the successive occurrence of fires, road network and frost factors that contribute to the expansion of this species.

**Keywords:** *Hakea sericea*, Invasive Species, Logistic Regression, Zif

## Índice de Figuras

Figura 1 - Processo de constituição da ZIF (Adaptado do Decreto de Lei n.º 67/2017, de 12 de junho).....	4
Figura 2 - Arbusto de <i>Hakea sericea</i> na ZIF do Marão (2017).....	7
Figura 3 - Fruto da <i>Hakea sericea</i> aberta apos incêndio .....	8
Figura 4 - Fruto da <i>Hakea sericea</i> fechada .....	8
Figura 5 - Distribuição da <i>Hakea sericea</i> em Portugal Continental (Fonte: Invasoras.pt) .....	10
Figura 6 - Mapa de avistamentos em Portugal de <i>Hakea sericea</i> (Fonte: Invasoras.pt) ..	11
Figura 7 - Evolução do processo de invasão por uma espécie (Fonte: Marchante et al., 2008).....	12
Figura 8 - a) <i>Hakea sericea</i> isolada na área de estudo; b), povoamentos de <i>Hakea sericea</i> à direta. ....	14
Figura 9 - Distribuição da <i>Hakea sericea</i> na ZIF do Marão em Agosto de 2018. ....	15
Figura 10 - Mapa de Localização da ZIF 292/15 - Marão.....	16
Figura 11 - Ocupação do Solo para a ZIF do Marão relativa a 2007 (Fonte: DGT). ....	19
Figura 12 - Ocupação do solo 2010 na ZIF do Marão relativa a 2010 (Fonte: DGT)....	21
Figura 13 - Comparação da Ocupação do Solo (2007-2010) (Fonte: DGT) .....	23
Figura 14 - <i>Hakea sericea</i> junto a rede viária na ZIF do Marão. ....	24
Figura 15 - Rede viária da ZIF do Marão (Fonte: GTF Amarante).....	25
Figura 16 - Processo da criação do modelo digital de terreno (MDT) de base da ZIF do Marão.....	26
Figura 17 - Modelo Digital de Terreno da ZIF do Marão .....	27
Figura 18 - Mapa hipsométrico da ZIF do Marão (Fonte: Carta Militar). ....	29
Figura 19 - Litologias da área de estudo (Fonte: LNEG) .....	31
Figura 20 - Exposição das vertentes da ZIF do Marão. ....	33
Figura 21 - Classes de Declive em Percentagem na ZIF do Marão .....	35
Figura 22 - Linhas de Água da área de estudo (Fonte: Atlas Digital do Ambiente) .....	37
Figura 23 - Precipitação anual na área de estudo (Fonte: Atlas Digital do Ambiente) ..	39
Figura 24 - Dias de geada na área de estudo (Fonte: Atlas Digital do Ambiente) .....	41
Figura 25 - Insolação na área de estudo (Fonte: Atlas Digital do Ambiente) .....	43
Figura 26 - Histórico de Incêndios de 2000 a 2017 na área envolvente a ZIF do Marão (ICNF, 2017) .....	45
Figura 27 - Áreas percorridas por incêndios sem capacidade regenerativa .....	46
Figura 28 - Área ardida na ZIF do Marão no período 2000-2017 (Fonte: ICNF 2017). ..	47
Figura 29 - Rede Natura 2000 e Sítios de Importância Comunitária PTCON0003 na ZIF do Marão (Fonte: ICNF, 2017).....	49
Figura 30 - Formula da Regressão Logística.....	50
Figura 31 - Ferramenta Sample usada para compilar todas as variáveis com os Pontos e Não Pontos.....	52
Figura 32 - Criação do Campo BIN em excel, etapa que permite adicionar o valor 0 e 1. ....	52
Figura 33 - Abrir as Tabela s em SPSS para aplicar a regressão logística. ....	53

Figura 34 - Cálculo da Regressão Logística Binária. ....	53
Figura 35 - Passos para a criação do Modelo de Regressão Logística. ....	54
Figura 36 - Formula da regressão Logística a aplicar no raster calculator. ....	59
Figura 37 - Ferramenta raster Calculator. ....	59
Figura 38 - Mapa de susceptibilidade a propagação da <i>Hakea sericea</i> na Área Envolvente da ZIF do Marão. ....	60
Figura 39 - Mapa de susceptibilidade a propagação da <i>Hakea sericea</i> na ZIF do Marão. .....	62
Figura 40 - Sessão de sensibilização e Informação da População da ZIF do Marão .....	63

## Índice de Tabelas

Tabela 1- Distribuição da área de ZIF por NUTS II (de acordo com o Reg (EU) n.º 868/2014 da Comissão, de 8 de agosto de 2014) .....	2
Tabela 2 - Enquadramento Legal do Processo de Criação da ZIF e Espécies Invasoras .	6
Tabela 3 - Variáveis Naturais e Antrópicas usadas neste estudo. ....	17
Tabela 4 - Ocupação do Solo em 2007 na área da ZIF do Marão. ....	18
Tabela 5 - Ocupação do Solo 2010.....	20
Tabela 6 - Comparação da Ocupação do Solo entre 2007 e 2010 .....	22
Tabela 7 - Classes de Altitude na ZIF do Marão. ....	28
Tabela 8 - Legenda da Carta Geológica e valores de ocupação (Fonte: LNEG).....	30
Tabela 9 - Classes de Exposição da ZIF do Marão .....	32
Tabela 10 - Classes de Declive (percentagem).....	34
Tabela 11 - Intervalos de precipitação na área de estudo (valores anuais).....	38
Tabela 12 - Ocorrência de geada n ZIF do Marão por n.º dias e área abrangida (Fonte: Atlas Digital do Ambiente). ....	40
Tabela 13 - Quantidade de Horas de Sol na ZIF, (valores anuais).....	42
Tabela 14 - Variáveis de estudo usadas na modelação da distribuição de Hakea sericea através de regressão logística. ....	51
Tabela 15 - Tabela .....	54
Tabela 16 - Teste de Hosmer e Lemeshow.....	55
Tabela 17 - Tabela de contingência para teste de Hosmer e Lemeshow .....	55
Tabela 18 - Testes de Omnibus do Modelo de Coeficientes .....	56
Tabela 19 - Tabela resumo do Modelo .....	56
Tabela 20 - Tabela de Classificação .....	56
Tabela 21 - Variáveis na Equação .....	57
Tabela 22 - Área sob a curva .....	58
Tabela 23 - Área por classe de susceptibilidade à disseminação da Hakea sericea na área envolvente da ZIF do Marão .....	61
Tabela 24 - Área por classe de susceptibilidade à disseminação da Hakea sericea na ZIF do Marão.....	63

## Índice de Gráficos

Gráfico 1 - Histórico de Incêndios na Área da ZIF (ha).....	44
Gráfico 2 - Curva ROC.....	58

## **Lista de abreviaturas e siglas**

EG - Entidade Gestora

ICNF - Instituto da conservação da Natureza e Florestas (ex AFN)

NF- Núcleo Fundador

PGF- Plano de Gestão Florestal

PROF- Plano Regional de Ordenamento Florestal

PMDFCI - Plano Municipal da Defesa da Floresta Contra Incêndios

RI - Regulamento Interno

SIG - Sistemas de Informação Geográfica

ZIF - Zona de Intervenção Florestal

## 1 - Introdução

Cada vez mais as políticas florestais preocupam-se em desenvolver práticas florestais de gestão sustentável, o que cria a necessidade de planos de ordenamento e gestão, realçando assim a importância de desenvolver ferramentas com fundamentação técnica e científica que sirvam de suporte para a tomada de decisão (PROF, 2006). Perante estes factos, a escolha de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) como plataforma para criação destas ferramentas é imprescindível face à sua capacidade de geoprocessamento de múltiplas variáveis.

Na persecução dos compromissos internacionalmente assumidos por Portugal ao ratificar as Convenções Internacionais de Berna, de Bona, Convenção sobre a Diversidade Biológica e, mais recentemente, com a aprovação Regulamento Europeu nº 1143/2014 do Parlamento Europeu e do Conselho de 22 de outubro de 2014 relativo à prevenção e gestão da introdução e propagação de espécies exóticas invasoras, esta dissertação pretende ser um contributo para a proteção, reabilitação e sensibilização ambiental para a biodiversidade dos ecossistemas presentes na Zona de Intervenção Florestal (ZIF) do Marão e um documento de apoio à decisão para os seus proprietários.

Este interesse é importante, na medida em que a perda de biodiversidade se torna um problema a nível global, para o desenvolvimento económico, biológico e social, sendo um dos problemas com maior expressão nos ecossistemas (Bulte *et al* 2000).

Na ZIF do Marão este problema das espécies invasoras definidas pelo DL n.º 565/99 de 21 de dezembro como: “*espécie suscetível de, por si própria, ocupar o território de uma forma excessiva, em área ou em número de indivíduos, provocando uma modificação significativa nos ecossistemas;*” pode tornar-se num problema sem resolução e ameaça seriamente a flora nativa.

Segundo Marchante *et al.* (2008), a facilidade com que esta invasora (*Hakea sericea*) se propaga após um incêndio constitui um sério risco não só para a área de estudo, mas também para toda a área nacional que ardeu em 2018, cerca de 500 000 ha (ICNF, 2017).

Diz-se que uma espécie é invasora quando uma vez introduzidas num território, assumem a capacidade de aumentar a sua distribuição sem a intervenção humana com tanto sucesso que ameaçam a vegetação nativa e em situações mais graves elimina-a. (Marchante *et al.*, 2008)

A invasão biológica por espécies exóticas é considerada a segunda maior causa para a perda da biodiversidade. A primeira é a destruição dos habitats (Marchante *et al.*, 2008).



Uma situação de área ardida favorece a disseminação das espécies invasoras, provocando o desaparecimento de espécies nativas em comunidades invadidas (Marchante *et al.*, 2008).

Deste modo, em terrenos de difíceis acessos e/ou grandes áreas torna-se indispensável o recurso aos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para estudar a distribuição desta espécie e a sua propagação e/ou combate à sua disseminação.

Um dos principais objetivos da política florestal nacional assenta na dinamização da gestão florestal privada e na sua associação para uma gestão comum, (ICNF, 2017). Neste contexto, assumem particular relevância as ZIF, instrumento de política florestal que visa garantir uma gestão eficiente dos espaços florestais à escala da paisagem e uma aplicação coerente dos apoios públicos ao desenvolvimento florestal (ICNF, 2017).

De acordo com o ICNF até 9 de agosto de 2017, estavam constituídas no território nacional 189 ZIFs, que abrangem 1.083.715 hectares do território (Tabela 1), (ICNF, 2017).

*Tabela 1- Distribuição da área de ZIF por NUTS II (de acordo com o Reg (EU) n.º 868/2014 da Comissão, de 8 de agosto de 2014)*

		<b>ZIF</b>
<b>NUTS II</b>	<b>N.º</b>	<b>Área (ha)</b>
<b>NORTE</b>	40	157.558
<b>CENTRO</b>	92	424.567
<b>ÁREA METROPOLITANA DE LISBOA</b>	3	25.975
<b>ALENTEJO</b>	34	401.461
<b>ALGARVE</b>	20	74.154
<b>Total</b>	<b>189</b>	<b>1.083.715</b>

Fonte: ICNF (Novembro 2017)

O objetivo desta dissertação reside na aplicação de uma metodologia que, partindo das características da *Hakea sericea* e da sua distribuição na ZIF do Marão, possibilite avaliar a probabilidade de propagação e identificar as áreas mais sensíveis à sua disseminação. Com os resultados obtidos tencionamos elucidar os proprietários sobre a melhor estratégia a adotar para conter a disseminação da espécie na ZIF e, deste modo ajudar o Secretariado dos Baldios de Trás-os-Montes e Alto Douro, entidade gestora desta ZIF, para que este cumpra os objetivos propostos aquando da sua constituição que assentam numa gestão sustentável da área. Inicialmente abordamos a ecologia da *Hakea sericea*, faz-se uma apresentação da área de estudo e das suas características. A etapa seguinte foca-se na criação do modelo de avaliação da propagação com a ajuda dos SIG e, por fim, a apresentação e discussão dos resultados.

## **Capítulo 1 - A ZIF do Marão**

### **1.1 - Processo de Constituição**

Uma ZIF é uma área territorial contínua e delimitada, constituída maioritariamente por espaços florestais, submetida a um Plano de Gestão Florestal (PGF) e que cumpre o estabelecido nos Planos Municipais de Defesa da Floresta Contra Incêndios (PMDFCI), e administrada por uma única entidade, que se denomina Entidade Gestora (EG) da ZIF (ICNF, 2017).

O regime de criação das ZIF encontra-se estabelecido no Decreto-Lei n.º 127/2005, de 5 de agosto, com as alterações que lhe foram introduzidas pelos Decretos-Leis n.ºs 15/2009, de 14 de janeiro (retificado pela Declaração de Retificação n.º 10/2009, de 9 de fevereiro), 2/2011, de 6 de janeiro, Decreto de Lei n.º 27/2014, de 18 de fevereiro, e Decreto de Lei n.º 67/2017, de 12 de junho, tendo este último republicado o diploma inicial. A ZIF é criada através de um Núcleo Fundador (NF) e administrada por uma EG.

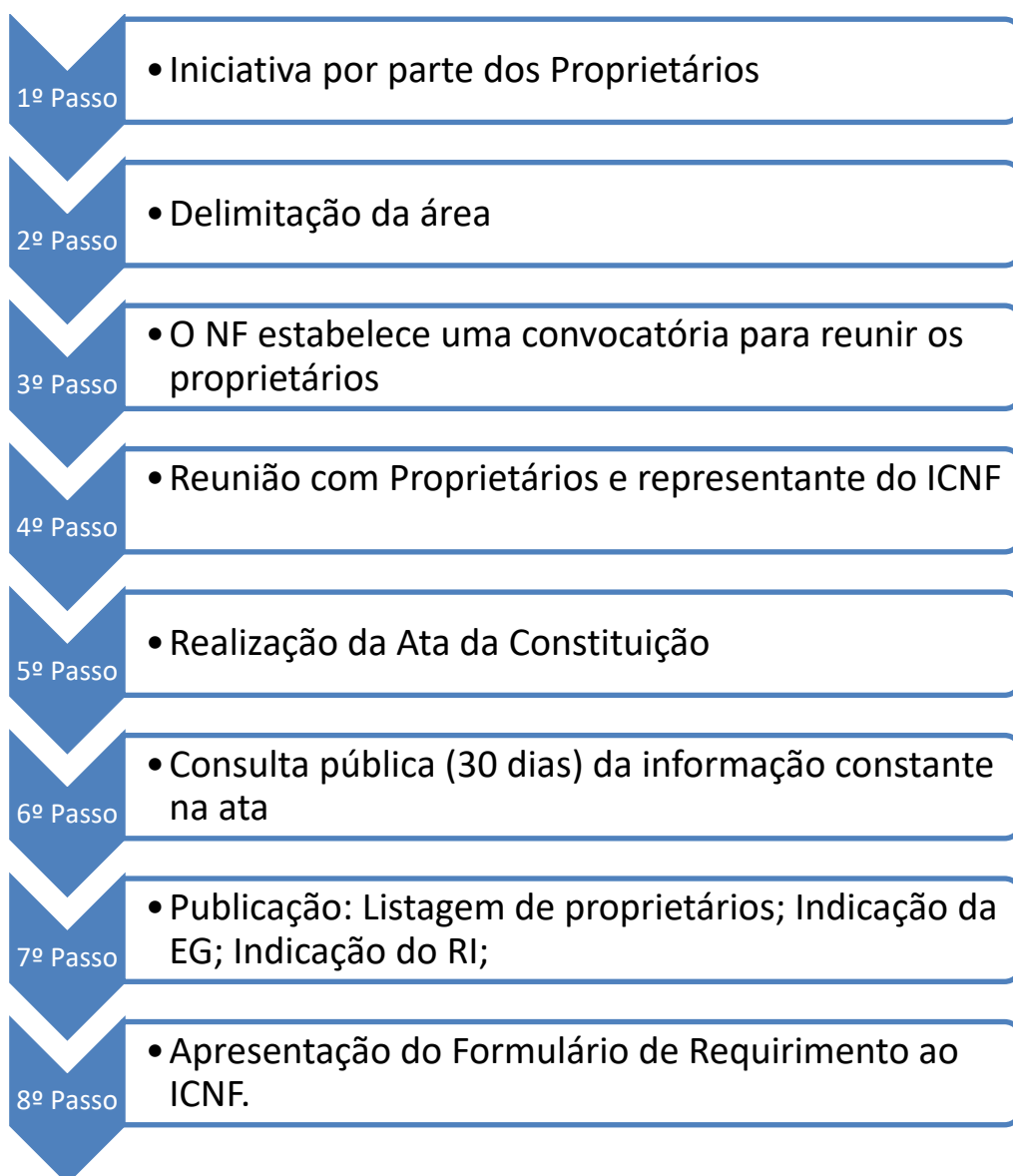
O NF é constituído por proprietários ou produtores florestais detentores de um conjunto de prédios rústicos, constituídos maioritariamente por espaços florestais, com uma área territorial de pelo menos 5% da área proposta para a ZIF. É o Núcleo Fundador que toma a iniciativa de propor a ZIF.

Todos os proprietários ou produtores florestais com prédios dentro do limite da ZIF e que pretendam aderir à mesma podem pertencer ao NF, desde que, com isso, não fique em causa a própria definição deste Núcleo.

Depois da criação da ZIF, o NF deixa de existir. A Assembleia geral da ZIF congrega os proprietários e produtores florestais aderentes e é ela que toma as decisões, regendo-se pelo regulamento interno (RI) e pelo Código do Procedimento Administrativo na parte referente aos órgãos colegiais. A EG tem a responsabilidade da administração e execução (ICNF, 2017).

Um dos grandes objetivos da implementação das ZIF é, por via de uma adequada agregação de áreas à escala da paisagem, possibilitar uma maior resiliência aos incêndios florestais e uma gestão profissional potenciadora (ICNF, 2017). Em virtude de uma ZIF contemplar, por definição, uma área territorial contínua a existência de enclaves, não permitiria a desejável atuação integrada no território.

De acordo com o ICNF a EG de uma ZIF é uma organização associativa de proprietários e produtores florestais com capacidade técnica adequada à administração permanente da ZIF em causa, à respetiva área e estrutura da propriedade e às atividades a desenvolver no seu âmbito; deverá também dispor de contabilidade organizada e de um centro de custos autónomo para a ZIF em questão. A ZIF do Marão (ZIF N.º 292/15) foi constituída em janeiro de 2017, é constituída por 2 Baldios (Ansiães e Aboadela) e 50 proprietários que abrangem 242 propriedades.



*Figura 1 - Processo de constituição da ZIF (Adaptado do Decreto de Lei n.º 67/2017, de 12 de junho)*

## **1.2 - Enquadramento legal das ZIF'S e Espécies Invasoras**

A introdução de espécies não indígenas na Natureza pode originar situações de predação ou competição com espécies nativas, a transmissão de agentes patogénicos ou de parasitas e afetar seriamente a diversidade biológica, as atividades económicas ou a saúde pública, com prejuízos irreversíveis e de difícil contabilização (ICNF, 2017). Acresce que, quando necessário, o controlo ou a erradicação de uma espécie introduzida, que se tornou invasora, são especialmente complexos e onerosos. No entanto, a introdução de algumas espécies não indígenas e a sua exploração revelaram-se como fatores importantes para o desenvolvimento da economia nacional, nomeadamente para o aumento da variedade e

disponibilidade dos recursos alimentares, como são exemplos históricos a batata e o milho (ICNF, 2017). Conscientes destes factos, pretendeu-se condicionar a introdução na Natureza de espécies não indígenas, com exceção das destinadas à exploração agrícola (Decreto de Lei n.º 565/99 de 21 de Dezembro).

Uma espécie é considerada invasora (espécie suscetível de, por si própria, ocupar o território de uma forma excessiva, em área ou em número de indivíduos, provocando uma modificação significativa nos ecossistemas) de um determinado local, quando não é originária desse local e nunca foi aí registada como ocorrendo naturalmente (Decreto de Lei n.º 565/99 de 21 de Dezembro).

As espécies invasoras reduzem a biodiversidade, afetam o equilíbrio ecológico e as atividades económicas e podem prejudicar a saúde pública. Impedir ou retardar a expansão de uma invasora pode ser um processo quase impossível e dispendioso. A solução é prevenir e evitar a sua disseminação pelos ecossistemas (Decreto de Lei n.º 565/99 de 21 de Dezembro).

Por isso, se proíbe a compra, a venda, o cultivo, a criação e a utilização como planta ornamental ou animal de companhia de espécies consideradas como invasoras ou de risco ecológico. Importa deste modo compilar toda a legislação existente sobre esta temática, tanto a nível das espécies invasoras como todo o processo de constituição da ZIF. Nesta linha, foi criada a seguinte legislação:

*Tabela 2 - Enquadramento Legal do Processo de Criação da ZIF e Espécies Invasoras*

<b>Processo criação da ZIF</b>	
<b>Diploma</b>	<b>Síntese</b>
<b>Decreto-lei n.º 127/2005 de 5 de Agosto</b>	Estabelece o regime de criação de Zonas de Intervenção Florestal (ZIF), bem como os princípios reguladores da sua constituição, funcionamento e extinção.
<b>Decreto de Lei n.º 15/2009 de 14 de janeiro</b>	Primeira alteração ao Decreto-Lei n.º 127/2005, de 5 de Agosto, que aprova o regime de criação das Zonas de Intervenção Florestal (ZIF), bem como os princípios reguladores do seu funcionamento e da sua extinção.
<b>Decreto-Lei n.º 2/2011, de 6 de janeiro</b>	Concretiza uma medida do programa SIMPLEGIS através da alteração da forma de aprovação e do local de publicação de determinados actos, substituindo a sua publicação no Diário da República por outras formas de divulgação pública que tornem mais fácil o acesso à informação.
<b>Decreto-Lei n.º 27/2014, de 18 de fevereiro</b>	Ministério da Agricultura e do Mar - Procede à terceira alteração (e republica) ao Decreto-Lei n.º 127/2005, de 5 de agosto, que estabelece o regime de criação das ZIF, bem como os princípios reguladores da sua constituição, funcionamento e extinção, e à segunda alteração do Decreto-Lei n.º 15/2009, de 14 de janeiro, que aprova o Regime Jurídico dos Planos de Ordenamento, de Gestão e de Intervenção de Âmbito Florestal (PROF, PGF, PEIF)
<b>Decreto de Lei n.º 67/2017, de 12 de junho</b>	Procede à quarta alteração ao Decreto-Lei n.º 127/2005, de 5 de agosto, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 27/2014, de 18 de fevereiro, que estabelece o regime de criação ZIF, bem como os princípios reguladores do seu funcionamento e extinção.
<b>Invasoras</b>	
<b>Diploma</b>	<b>Síntese</b>
<b>Decreto-Lei n.º 154/2005. D.R. n.º 171, Série I-A de 2005-09-06</b>	Atualiza o regime fitossanitário que cria e define as medidas de proteção fitossanitária destinadas a evitar a introdução e dispersão no território nacional e comunitário, incluindo nas zonas protegidas, de organismos prejudiciais aos vegetais e produtos vegetais qualquer que seja a sua origem ou proveniência
<b>Resolução do Conselho de Ministros n.º 28/2014. D.R. n.º 68, Série I de 2014-04-07</b>	Aprova o Programa Operacional de Sanidade Florestal (POSF)
<b>Decreto de Lei n.º 565/99 de 21 de dezembro</b>	Regula a introdução na Natureza de espécies não indígenas da flora e da fauna

## Capítulo 2 - Caracterização da Espécie

### 2.1 - Identificação

A *Hakea sericea* teve origem no Sul da Austrália e foi introduzida no nosso país para fins ornamentais e sebes de proteção (Marchante *et al.*, 2014). Em Portugal tem a classificação de espécie invasora (Decreto de Lei n.º 565/99 de 21 de dezembro). O nome científico da espécie invasora de estudo é *Hakea sericea* Schrader, pertence a família Proteacea e o nome comum é Hakea picante.

### 2.2 - Características morfológicas de *Hakea sericea*

A planta reproduz-se por via seminal e as sementes permanecem aprisionadas nos frutos, agarrados à árvore, ao longo da vida da planta, sendo libertadas quando a árvore é queimada ou morre. As sementes são depois libertadas e projetadas para grandes distâncias criando novos focos de invasão que frequentemente ocupam áreas muito extensas (Marchante & Freitas, 2005).

Arbusto ou pequena árvore até 4 metros (Figura 2). Trata-se de Microfanerófito perene de 4-7 metros de altura, folhas de 1mm de diâmetro com 4-7cm extremamente picantes, verde-escuras a verdes acinzentadas. As flores apresentam um perianto branco. Apresenta folículos lenhosos com 3-4cm, castanhos, com crista e bico patentes contendo duas sementes aladas (Marchante *et al.*, 2008).



Figura 2 - Arbusto de *Hakea sericea* na ZIF do Marão (2017)

A maioria das sementes permanece aprisionada nos frutos, acumulados na árvore ao longo dos anos, formando um banco de sementes numeroso que é libertado/estimulado quando a árvore morre ou é queimada. Forma bosquetes densos e impenetráveis impedindo o desenvolvimento da vegetação nativa, afetando a vida selvagem, reduzindo a quantidade de água disponível e aumenta a probabilidade de ocorrência de fogo (Marchante *et al.*, 2008).

Quando a árvore morre as sementes são libertadas e podem ser projetadas para grandes distâncias através do vento criando numerosos focos de invasão motivo de grande preocupação para áreas ocupadas por *Hakea sericea* em Portugal, porque todos os anos se registam valores substanciais de área ardida.

O fruto recém-formado é verde, macio e suculento, mas à medida que os frutos amadurecem tornam-se mais lenhificados. Os frutos resistentes ao calor (Figuras 3 e 4), produzidos anualmente, são armazenados e as sementes só são libertadas quando a planta morre (*e.g.*, incêndio). Não há banco de sementes no solo. Depois de libertadas as sementes ricas em nutrientes podem germinar durante todo o ano desde que o solo esteja húmido em virtude de uma boa precipitação inicial. Após a germinação, a raiz principal desenvolve-se mesmo antes que as primeiras folhas verdadeiras sejam formadas, o que pode contribuir para a resistência da planta (Fugler, 1979). Em média o estágio juvenil é de dois anos e as árvores maduras da *Hakea sericea* podem viver até trinta anos.

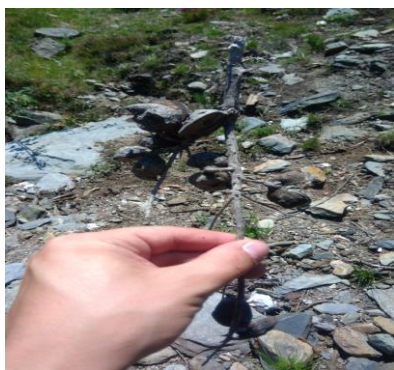


Figura 3 - Fruto da *Hakea sericea* aberta após incêndio



Figura 4 - Fruto da *Hakea sericea* fechada

A prolífica produção de sementes de *Hakea sericea* pode resultar em densidades de sementes estimadas até 7500 sementes por m<sup>2</sup> no leito de cinzas após incêndios (Neser & Kluge, 1986). Beadle (1940) descobriu que a semente de *Hakea sericea* era capaz de suportar temperaturas de 110 ° C por quatro horas sem uma redução significativa na percentagem de germinação. A produção de sementes de *Hakea sericea* é muito mais prolífica na África do Sul do que na sua área de distribuição. O que pode ser atribuído à ausência de predadores naturais na África do Sul (Neser, 1968). Em Portugal desconhecem-se estudos de quantificação do banco de sementes da espécie.

A *Hakea sericea* ocorre principalmente em solos bem drenados derivados de arenito e quartzito com baixos teores de nutrientes. Estes solos são baixos em azoto e fósforo disponíveis e frequentemente não possuem cobre, zinco e molibdênio (Specht e Rayson, 1957). Nas zonas onde é nativa na Austrália, a precipitação é de 600mm anuais relativamente uniformemente distribuída ao longo do ano.

Investigadores sul-africanos identificaram mais de 40 insetos (p.e. *Aphanasium australe*; *Carposina autologa*) em mais de 20 famílias que atacam a *Hakea sericea* na Austrália (Kluge & Neser, 1991). Quatro insetos herbívoros específicos do hospedeiro foram introduzidos da Austrália para o controle biológico na África do Sul. Além disso, um fungo nativo também foi utilizado no programa de controlo biológico da *Hakea sericea*. Progressos recentes na determinação da variedade de hospedeiros de um gorgulho, podem em breve permitir a liberação deste agente (Kluge e Neser, 1991). Este método ainda não está disponível em Portugal.

A *Hakea sericea* representa uma ameaça para a indústria florestal de vários milhões de euros na África do Sul. Outros custos económicos incluem os custos diretos resultantes dos programas de controlo da *Hakea sericea* e os custos indiretos, mas consideráveis, da perda de água, biodiversidade, mas estes são difíceis de determinar destacando-se:

**a) Impacto Ambiental** – A *Hakea sericea* é uma espécie invasora e tem como locais preferenciais as zonas de montanha. As infestações tornam-se tão densas que alteram a composição das comunidades vegetais e animais (Macdonald e Richardson, 1986). Arvoredos de *Hakea sericea* também aumentam o risco de incêndio. Wilgen e Richardson (1985) descobriram que a invasão da *Hakea sericea* representa aumento de 60% nas cargas de combustível e reduz o teor de humidade da folhagem viva de 155 para 110%. Os incêndios florestais em áreas densas de *Hakea sericea* podem levar a fortes intensidades de fogo que podem matar espécies de plantas que se regeneram vegetativamente e sementes dentro ou no solo. As áreas densas de *Hakea sericea* também reduzem o escoamento nas bacias hidrográficas das montanhas.

**b) Impacto na Biodiversidade** - Na África do Sul, as infestações densas de *Hakea sericea* ameaçam a biodiversidade do Cape Floral Kingdom ('fynbos'), que é um dos oito Reinos Florais do Mundo. As densas plantações de *Hakea sericea* trouxeram reduções significativas na riqueza de espécies nos fynbos de montanha únicos e floristicamente ricos das Províncias do Cabo Ocidental e Oriental da África do Sul (Richardson *et al.*,



1989). Na ZIF do Marão através de observação direta é notório a destruição dos habitats junto das manchas identificadas de *Hakea sericea*.

**c) Impacto Social** - A *Hakea sericea* é uma planta espinhosa e desagradável que forma coberturas arbustivas e arbóreas impenetráveis que restringem o acesso a áreas montanhosas.

### 2.3 - Distribuição atual da espécie em Portugal

Em Portugal a *Hakea sericea* está distribuída pelo Minho, Trás-os-Montes e Alto Douro, Douro Litoral, Estremadura, Ribatejo, Baixo Alentejo e Algarve (Figura 5), (Marchante *et al.*, 2008).



Figura 5 - Distribuição da *Hakea sericea* em Portugal Continental (Fonte: [Invasoras.pt](http://Invasoras.pt))

No mapa da Figura 6 estão apresentados os pontos onde foram registados os avistamentos desta espécie até setembro de 2018, trata-se de uma plataforma que esta em atualização.

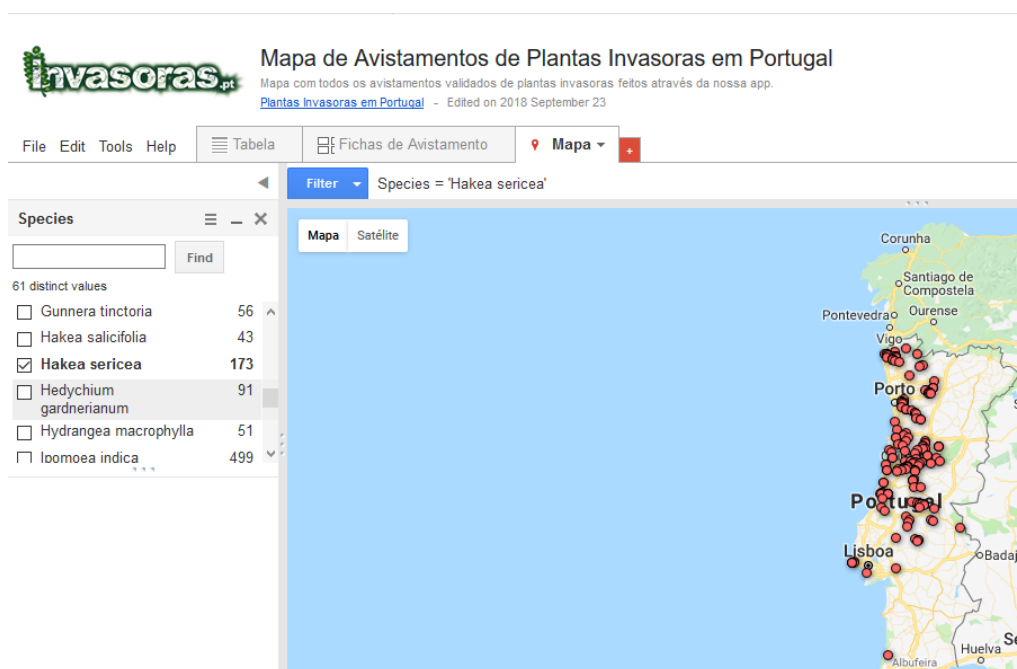


Figura 6 - Mapa de avistamentos em Portugal de *Hakea sericea* (Fonte: Invasoras.pt, setembro 2018)

### 2.3.1 - Ambientes Invadidos

As áreas mais perturbadas são as margens de vias de comunicação, invadindo também áreas seminaturais, onde surgem indivíduos isolados ou em densidades elevadas. É uma espécie resistente ao vento e seca (Marchante *et al.*, 2008).

### 2.3.2 - Habitats Rede Natura 2000 ameaçados

A área de estudo, a ZIF do Marão, um dos locais onde ocorre a espécie de estudo, situa-se numa área classificada como Sítios de Importância Comunitária PTCON0003, este SIC abrange uma área de 58 788ha faz parte dela o Habitat 4020 (Charnechas húmidas atlânticas temperadas de *Erica ciliaris* e *Erica tetralix*). Nestes habitats ocupados por *Ulex minor* e *Erica arborea*, entre outras espécies, servem para o aumento do pastoreio extensivo, refúgios da biodiversidade, controlo das linhas de água, controlo de erosão. As espécies referidas também providenciam pasto para os animais, daí a importância de adotar um modelo de gestão e controlo da disseminação desta espécie invasora. Segundo ICNF, a *Hakea sericea* ameaça seriamente os Habitat 4030 - *Charnechas secas europeias* e Habitat 5330 - *Matos termomediterrânicos pré-desérticos* (ICNF, 2017).

### 2.3.3 - Processo Geral de Invasão e introdução em Portugal

A *Hakea sericea* é oriunda do Sul da Austrália e foi introduzida no território Nacional para fins ornamentais e para definir sebes de proteção. Ocorre em grandes extensões com densidades elevadas, frequentemente na sequência de incêndios que queimam indivíduos pontuais/sebes, resistente ao vento e à secura tem preferência por se situar nas margens de vias de comunicação.

Introduzidas em novos territórios, as espécies não indígenas podem adaptar-se facilmente e colonizar novas áreas. Assim, é considerada invasora qualquer espécie não indígena que desequilibre a estrutura ou o funcionamento de um sistema ecológico. Apesar dos impactes da introdução serem mais evidentes se a espécie for detetada em densidades elevadas e/ou apresentar uma ampla área de ocorrência, as suas características invasoras não se refletem apenas sob essas condições. Apesar de poderem apresentar uma reduzida área de ocupação ou densidade populacional, o uso dos recursos necessários à sobrevivência das espécies indígenas, a introdução de doenças, a introgressão genética através do cruzamento com as espécies nativas ou a predação, são alguns exemplos de graves impactes causados pela introdução de uma espécie exótica invasora (Decreto-lei n.º 565/99 de 21 de Dezembro).

O decreto de lei n.º 565/99 de 21 de dezembro surge depois do número de plantas exóticas introduzidas em Portugal ter aumentado drasticamente de cerca de 100 espécies em 1850 para 600 espécies.

O aumento da distribuição das diferentes espécies depende da taxa de crescimento, da reprodução da respectiva espécie, da facilidade de dispersão, etc. Este aumento pode também ser facilitado pela vantagem competitiva que muitas espécies invasoras apresentam quando comparadas com outras espécies. Quando estas ocupam maioritariamente a área e impedem as outras espécies, por vezes ocorreu uma estabilização da população (Marchante et al, 2008), na Figura 7 estão representadas as etapas comuns do processo de invasão.

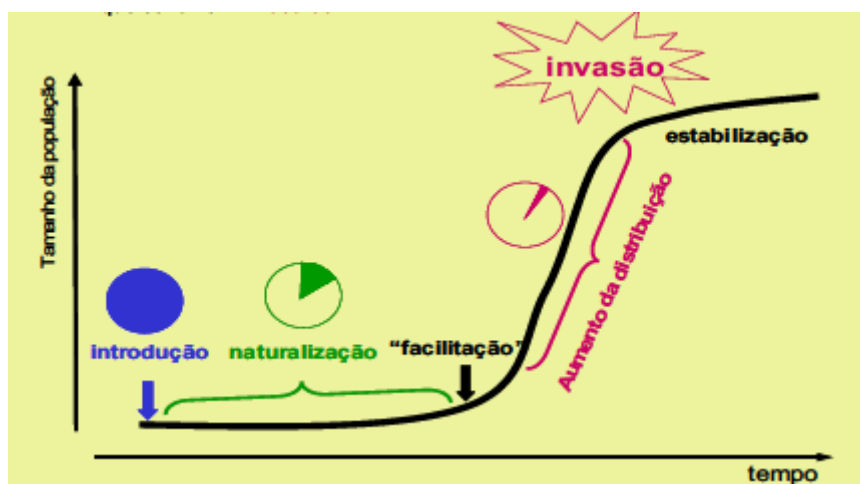


Figura 7 - Evolução do processo de invasão por uma espécie (Fonte: Marchante et al., 2008).

### 2.3.4 - Processo de gestão das espécies invasoras e metodologias de controlo para *Hakea sericea*

O primeiro passo a tomar será através da deteção precoce porque, quanto mais rápido atuarmos, menos dispendioso vai ser a sua erradicação, tal como nos incêndios, quanto mais rápido se detetar o incêndio mais rápido e menos dispendioso é o seu combate, todos os grandes incêndios começaram por ser um pequeno incêndio.

A prevenção é muito importante, através da criação de legislação gerando um sistema de exclusão das espécies potencialmente invasoras.

Essa exclusão seria feita através de técnicos treinados e com a realização de ações de sensibilização. Em qualquer um dos métodos descritos no próximo parágrafo deve-se respeitar a seguinte ordem: a) Controlo inicial (Redução drásticas das plantas), b) Controlo de seguimento (para acompanhar as áreas e ver onde ocorre a Regeneração Natural), c) Controlo de manutenção (controlar os baixos níveis das populações ao longo dos anos).

As metodologias existentes para combater as espécies invasoras dividem-se em combate mecânico, químico, biológico e através do fogo controlado, que descrevemos de seguida:

1) **Combate Mecânico + queima + fogo controlado** – Este é o método mais usado e com mais resultados no combate de *Hakea sericea*, consiste no corte das árvores deixando-as 12-18 meses no local até libertar as sementes, queimando-se de seguida a biomassa, matando as sementes e as plântulas. É fundamental fazer um conograma de intervenções de modo a eliminar qualquer hipótese de regeneração da planta. Sempre que possível complementar este combate com fogo controlado (apenas pode ser realizado por técnicos credenciados, em dias específicos e em áreas com continuidade de combustível, ou seja em parcelas densas de *Hakea sericea*. É um método eficaz mas dispendioso (Marchante & Freitas, 2005).

2) **Combate Químico** - Podem controlar-se as plantas e arbustos através da pulverização com herbicida *glifosato*, evitando fazê-lo junto de áreas agrícolas, de modo a não contaminar as linhas de água e os solos, que afetam diretamente a qualidade dos alimentos. É um método caro (Marchante & Freitas, 2005).

3) **Combate Biológico** – feito através da introdução dos agentes *Aphanasium australe*, *Erytenna consputa* e *Carposina autologa*.N. Na África do Sul já foi testado este método mas em Portugal ainda não, por isso, não são ainda uma alternativa (Marchante & Freitas, 2005).

### 2.4 - *Hakea sericea* na área de estudo (ZIF do Marão)

Durante o reconhecimento de campo observou-se que os grandes focos da *Hakea*

*sericea* se apresentam na zona Norte da ZIF, maioritariamente sob a forma de indivíduos isolados (Figura 8a), mas também se registam algumas parcelas contínuas desta espécie (Figura 8b).

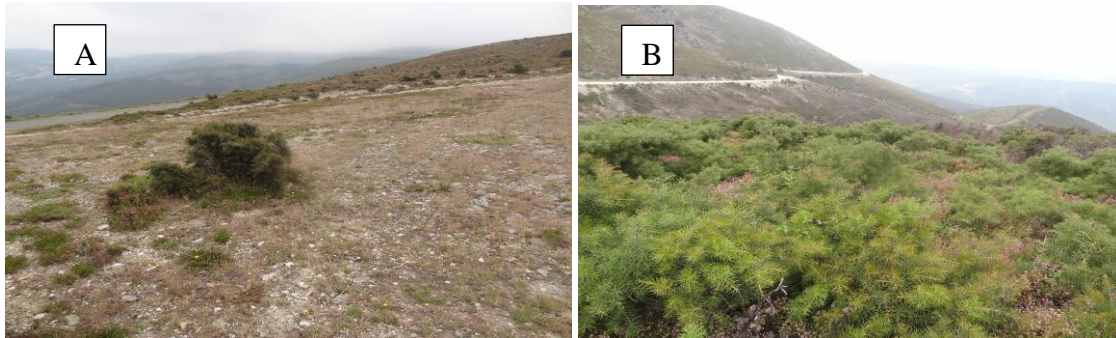


Figura 8 - a) *Hakea sericea* isolada na área de estudo; b), parcelas de *Hakea sericea* à direta.

A presença de *Hakea sericea* na área de estudo (Figura 9), apresenta-se então maioritariamente a norte e optou-se por criar um buffer (polígono envolvente à área segundo uma distância selecionada) de 2km na área envolvente ao limite da ZIF para que, deste modo, se possam obter melhores resultados no capítulo onde se explana a modelação da sua potencial expansão, e para percebermos de onde é que a *Hakea sericea* surgiu e para onde se pode propagar. Se apenas fosse considerada a área da ZIF tínhamos poucos indivíduos para dentro da área de estudo, o que iria enviesar e implicar resultados menos precisos. Para esse efeito, as variáveis consideradas na modelação apresentam-se no capítulo 3.



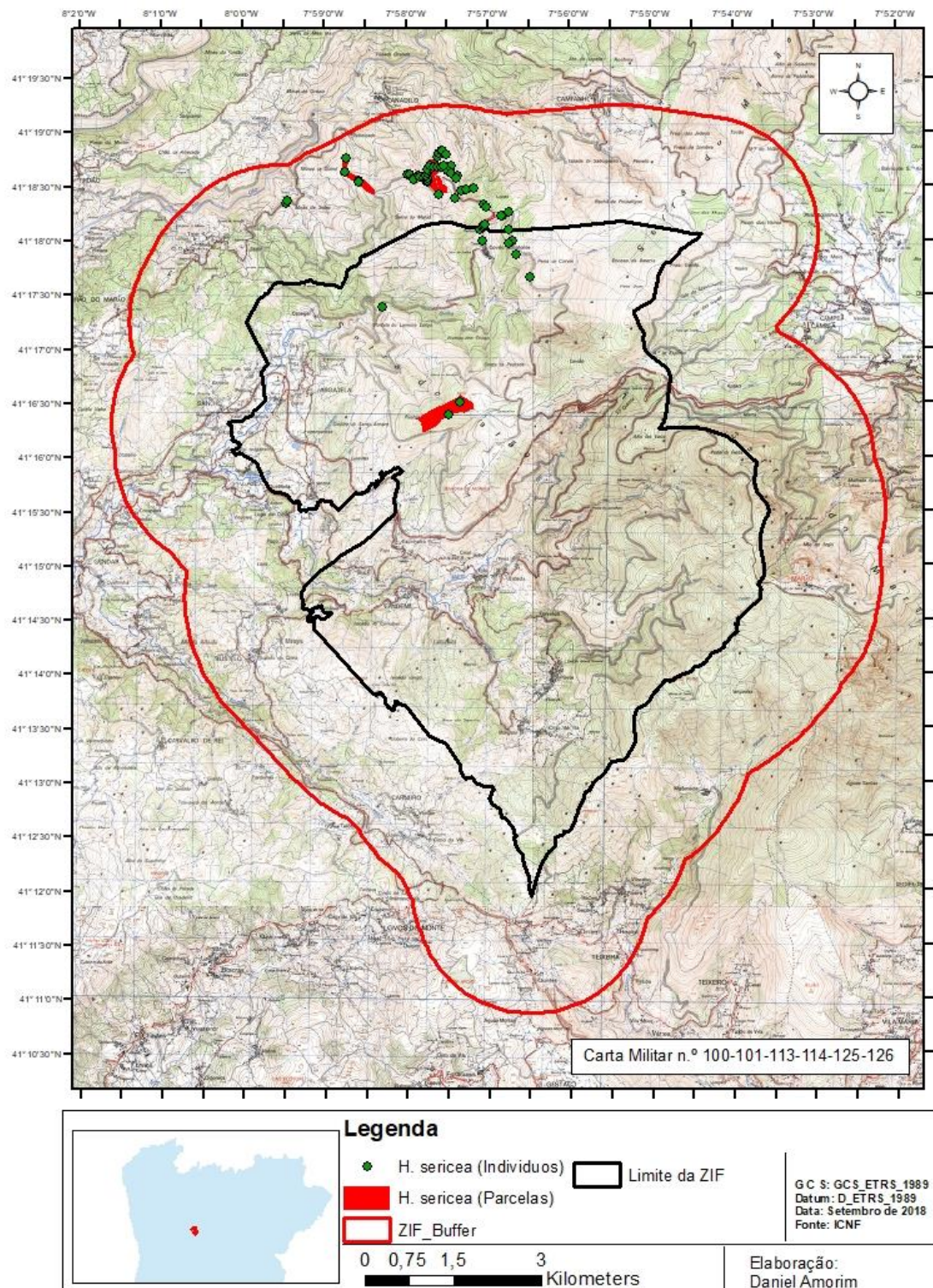


Figura 9 - Distribuição da *Hakea sericea* na ZIF do Marão em Agosto de 2018



## Capítulo 3 - Caracterização da ZIF do Marão segundo as variáveis usadas na modelação

### 3.1 - Localização da ZIF do Marão

A área onde se desenvolve este estudo, a ZIF do Marão, está localizada na NUT III – Tâmega e Sousa, NUT II - Norte, concelho de Amarante, sendo composta por 2 freguesias, as Freguesias de Ansiães e União de Freguesia de Aboadela Sanche e Várzea e com uma dimensão aproximada de 6122 hectares (Figura 10).

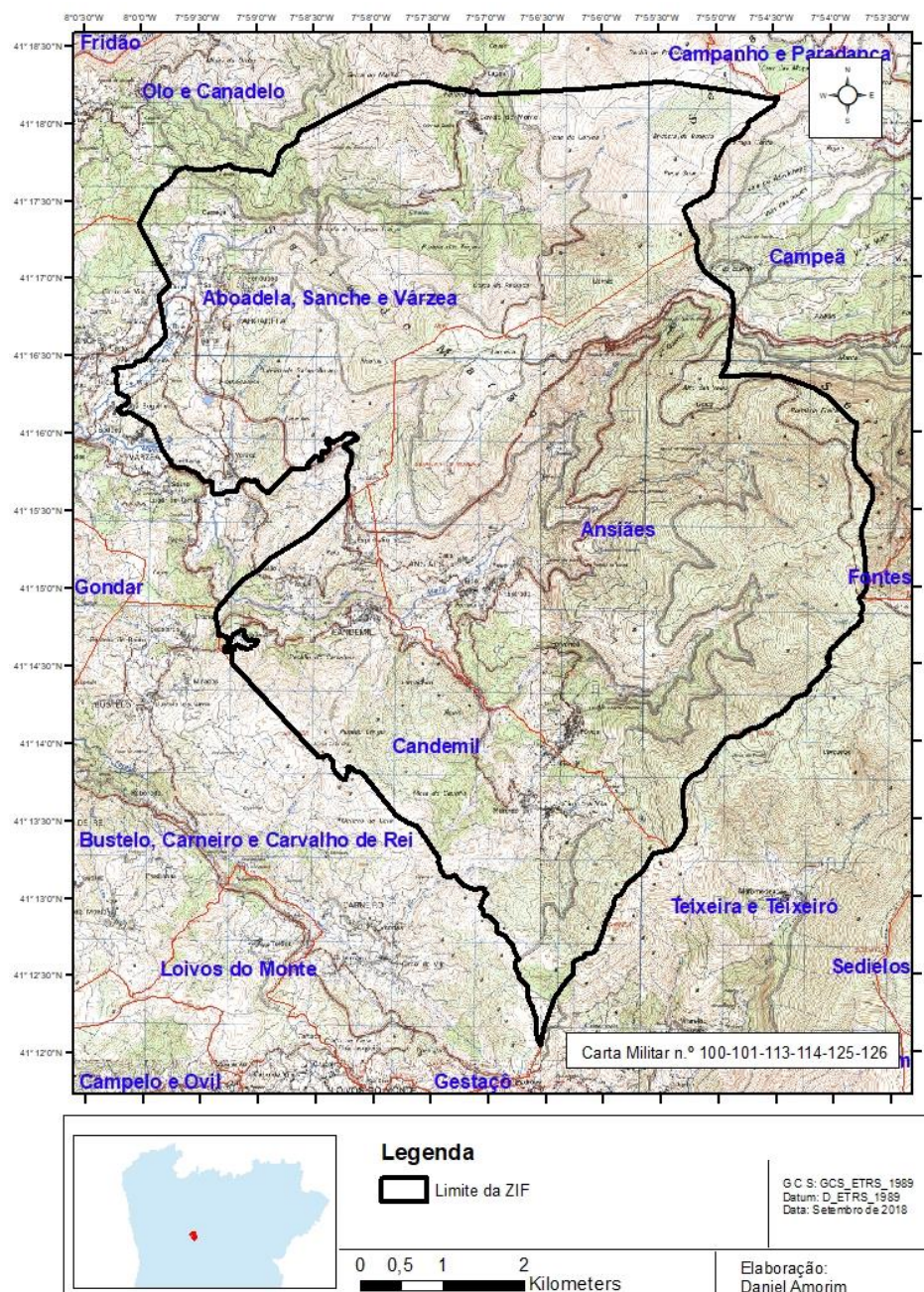


Figura 10 - Mapa de Localização da ZIF 292/15 - Marão.

### 3.2 - Caracterização da área de estudo - variáveis biofísicas e antrópicas

Pode-se afirmar que as variáveis biofísicas naturais e antrópicas constituem os elementos em ordenamento do território, pois em função das suas características intrínsecas e das características socioeconômicas do local de ocorrência, determinam a aptidão, ou seja, a potencialidade biofísica do território para o desenvolvimento por exemplo de espécies invasoras (Partidário, 1999). Neste trabalho foi necessário a utilização de variáveis antrópicas e naturais (Tabela 3).

*Tabela 3 - Variáveis Naturais e Antrópicas usadas neste estudo.*

<b>Tipo de Variáveis</b>	<b>Variáveis</b>	<b>Escala de recolha das Variáveis</b>	<b>Origem</b>	<b>Formato</b>
<b>Variáveis Biofísicas Naturais</b>	Insolação	1:1000 000	Atlas do Ambiente Digital	Vectorial
	Geada	1:1000 000	Atlas do Ambiente Digital	Vectorial
	Precipitação	1:1000 000	Atlas do Ambiente Digital	Vectorial
	Declive	1:25000	Derivada MDT	Raster
	Altitude/Pontos cotados	1:25000	Carta Militar	Raster/Vectorial
	Exposição	1:25000	Derivada MDT	Raster/Vectorial
	Geologia	1:200 000	LNEG	Raster/Vectorial
	Rede Hidrográfica	1:25000	Carta Militar	Vectorial
	Áreas Áridas	1:100 000	ICNF	Vectorial
	Rede Natura	1:1000 000	ICNF	Vectorial
<b>Variáveis Biofísicas Antrópicas</b>	Ocupação do solo	1:100 000	DGT - COS	Vectorial
	Rede Viária	1:1000 000	Fornecida pelo GTF Amarante	Vectorial

### 3.3 - Variáveis biofísicas e antrópicas

Estas variáveis são aquelas cuja ocorrência e evolução depende da ação humana e correspondem a elementos ativos em ordenamento do território, com forte expressão espacial. São elementos que resultam da ação humana no território. Possuem de todo o modo uma génese e uma dinâmica diferente das variáveis biofísicas naturais (Partidário, 1999).

#### 3.3.1 - Carta da Ocupação do Solo 2007

As cartas de ocupação do solo são fundamentais para a elaboração de estudos



fundamentais para uma boa gestão da área de estudo, exemplo disso são os planos de gestão florestal e planos de ordenamento do território porque nelas esta a informação de um dado território num determinado momento (Partidário, 1999).

Concluimos que a Floresta, meios naturais e semi-naturais ocupavam a maior percentagem da área com cerca de 90% (Tabela 4), facto que se comprova com as vastas áreas de pastoreio que são usadas pelos habitantes deste meio rural para pastoreio dos animais. De seguida, apresenta-se a Carta de Ocupação do solo (Figura 11), a qual mostra uma grande mancha florestal, nesta análise as manchas florestais contemplam também as áreas de incultos e os territórios mais artificializados/agrícolas juntos das pastagens, note-se que estas áreas estão a delimitar os aglomerados populacionais porque é junto as suas habituações que o mundo rural tao particularmente este em plena serra do Marão, fazem o pastoreio dos seus animais. Verifica-se também uma percentagem bastante significativa ocupada por agricultura, sendo este o meio subsistência deste setor populacional que habita na ZIF do Marão.

*Tabela 4 - Ocupação do Solo em 2007 na área da ZIF do Marão.*

<b>cos2007</b>	<b>Ocupação do Solo</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
	Territórios Artificializados	171,88	2,81
	Áreas Agrícolas	464,78	7,59
	Florestas e meios naturais e semi-naturais	5483,78	89,58
	Corpos de Água	1,12	0,02
	<b>Total</b>	<b>6121,56</b>	<b>100,00</b>

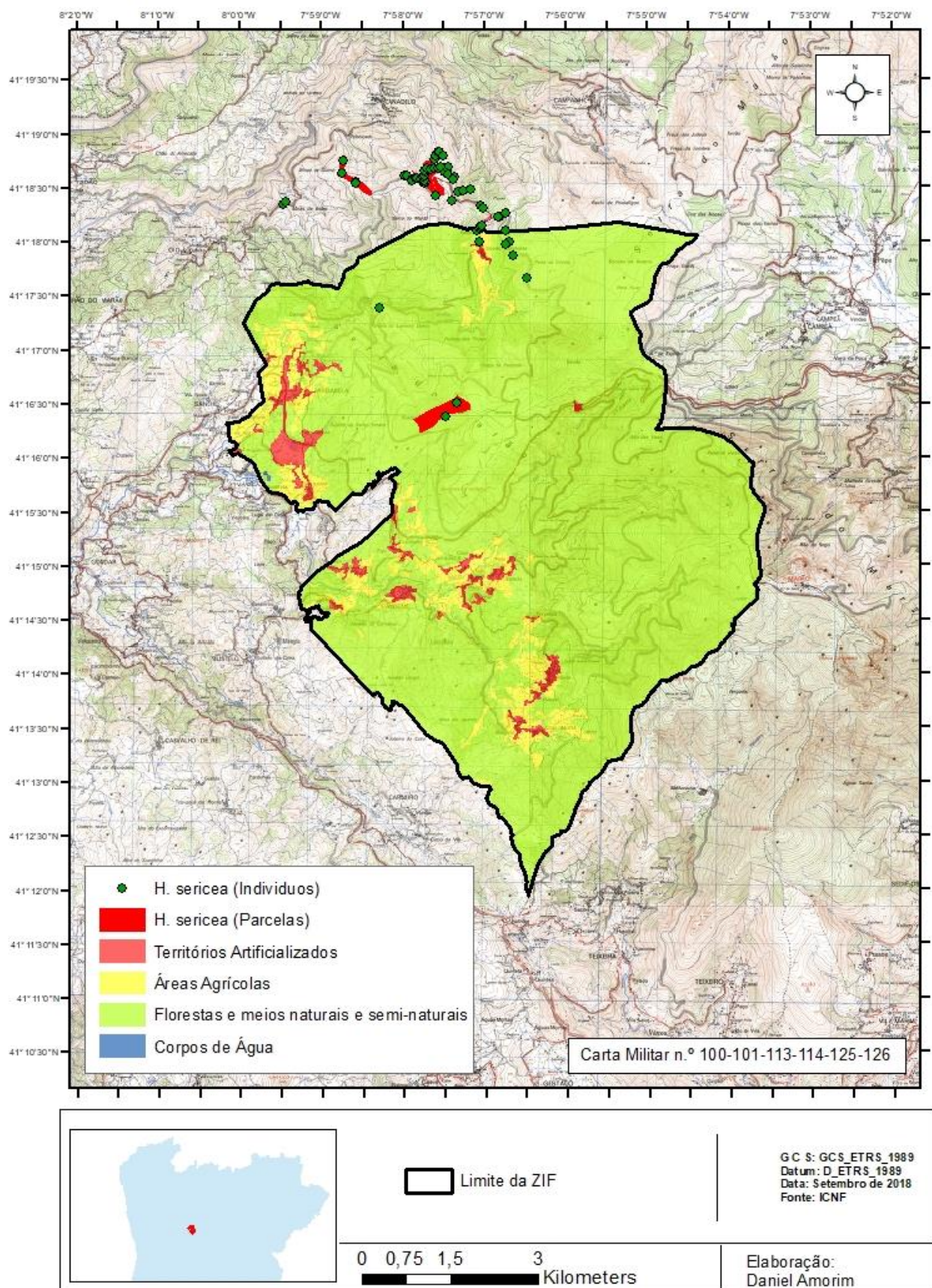


Figura 11 - Ocupação do Solo para a ZIF do Marão relativa a 2007 (Fonte: DGT).

### 3.3.2 - Carta de Ocupação do Solo (2010)

A ocupação do solo vai ser um fator muito importante visto que vai ser usado no desenvolvimento do modelo, é no solo que estão os principais nutrientes que as plantas necessitam para se desenvolver, criando então assim a necessidade do seu estudo.

Para perceber a evolução da paisagem ao longo dos anos, o intervalo escolhido foi o de 2007 a 2010, porque são estes os dados mais recentes que existem. De salientar que a análise deste período de tempo podia ser mais exaustiva mas para o objeto do presente estudo não seria relevante.

Verificamos que a área florestal em 2010 continua a ser dominante (Figura 12) apresentando valores de ocupação do solo em cerca de 87% da área total da ZIF do Marão (Tabela 5) e que houve um ligeiro aumento da área agrícola principalmente junto dos aglomerados populacionais onde se evidencia também um aumento da rede viária, necessária para as deslocações dos habitantes destas localidades.

*Tabela 5 - Ocupação do Solo 2010*

<b>cos2010</b>	<b>Ocupação do Solo</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
	Territórios Artificializados	253,64	4,14
	Áreas Agrícolas	505,21	8,25
	Florestas e meios naturais e semi-naturais	5361,59	87,59
	Corpos de Água	1,12	0,02
<b>Total</b>		6121,56	100,00



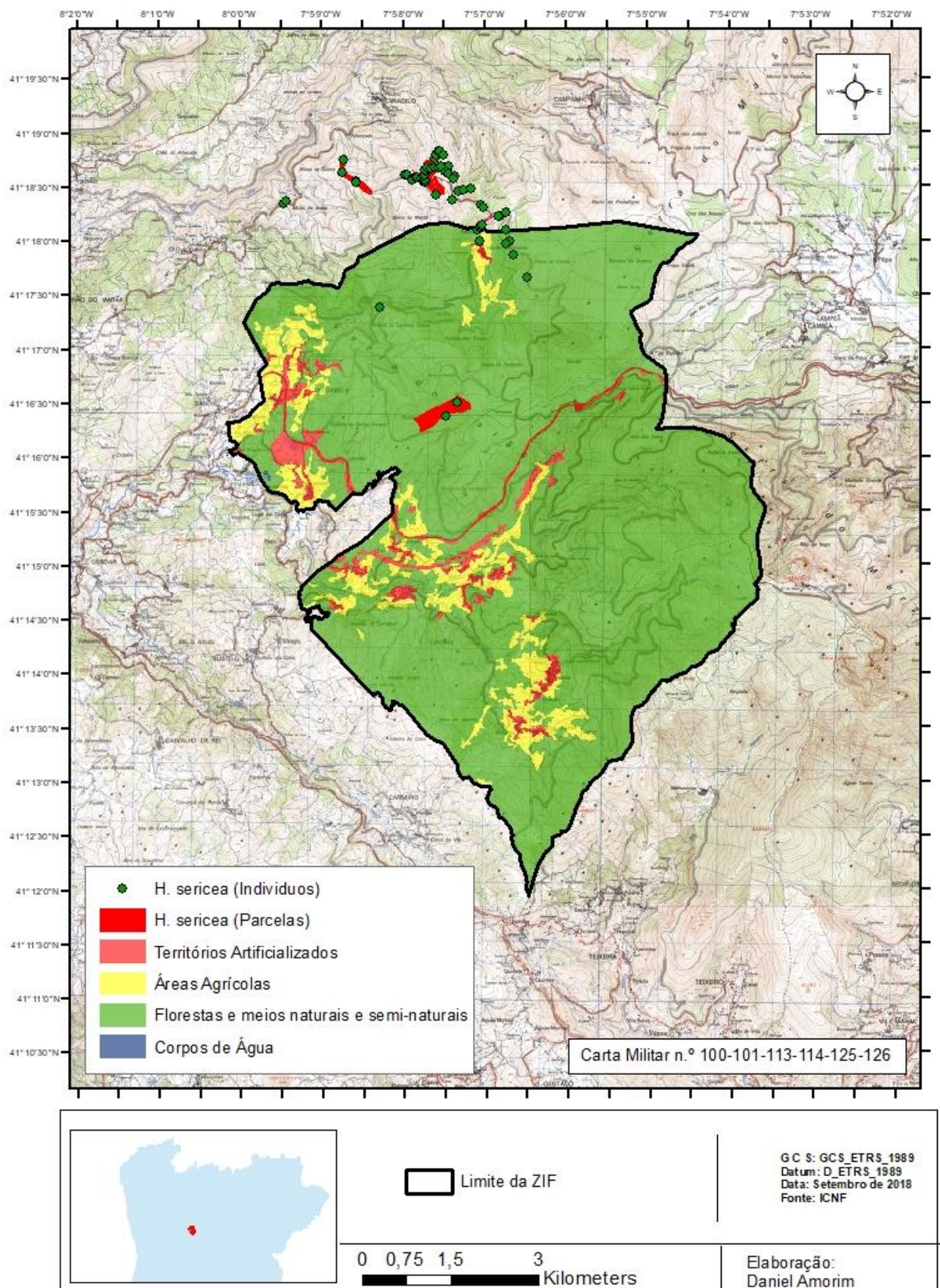


Figura 12 - Ocupação do solo 2010 na ZIF do Marão relativa a 2010 (Fonte: DGT)

### 3.3.3 - Comparação Ocupação do Solo 2007-2010

De certa forma, a ocupação do solo resulta de transformações no território, constituindo também um registo singular da actividade humana que se tem vindo a desenvolver (Ministério do Ambiente, 2006).

Comparando a ocupação do solo neste intervalo de tempo (2007-2010) verifica-se então, que a área florestal diminui ligeiramente muito por força do aumento da área agrícola e social, no entanto note-se que a área florestal aqui considerada inclui as áreas incultas e improdutivas. Porém se tivermos em conta os incêndios florestais registados pós 2010 podemos concluir mesmo sem cartografia disponível que houve uma diminuição significativa da área florestal nas áreas que arderam mais que uma vez nos últimos 20 anos.

Da análise da Tabela 6, verificamos que a percentagem de áreas artificializadas duplicou e a área agrícola teve um crescimento em cerca de 1%, no entanto a área florestal diminui.

*Tabela 6 - Comparação da Ocupação do Solo entre 2007 e 2010*

<b>Comparação COS2007 e COS2010</b>				
<b>Ocupação do Solo</b>	<b>Ano 2007</b>		<b>Ano 2010</b>	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
<b>Territórios Artificializados</b>	171,88	2,81	253,64	4,14
<b>Áreas Agrícolas</b>	464,78	7,59	505,21	8,25
<b>Florestas e meios naturais e semi-naturais</b>	5483,78	89,58	5361,59	87,59
<b>Corpos de Água</b>	1,12	0,02	1,12	0,02

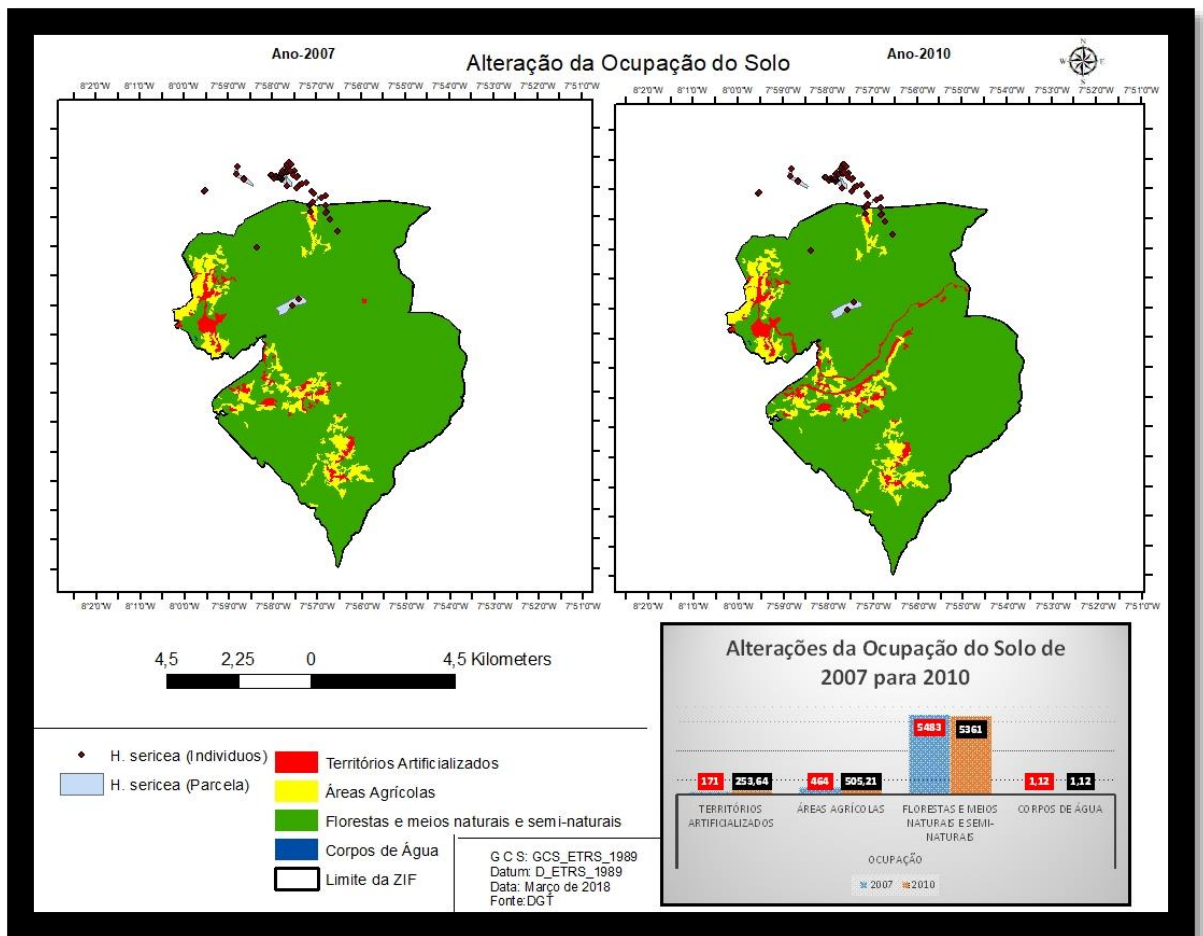


Figura 13 - Comparação da Ocupação do Solo (2007-2010) (Fonte: DGT)

A alteração do modo de vida e da estrutura da população reflecte-se e traduz-se nas modificações ocorridas na área de estudo.

Em suma, as áreas urbanas sofreram um aumento e a área agrícola aumentou, o que implicou uma diminuição na área florestal em cerca de 2%.

De referir que a classe mais representativa é a classe florestal e meios naturais e seminaturais, por outro lado a classe menos representativa é a classe dos Corpos de Água.

O facto de notarmos um aumento da área agrícola contradiz com o cenário nacional, onde a tendência do abandono rural persiste por falta de soluções de emprego e a procura dos grandes centros habitacionais, vemos então que a população da ZIF do Marão necessita dos seus campos e serras como meio de subsistência, o que indica uma vez mais a importância deste estudo.



### 3.3.4 - Rede Viária

A proximidade à rede viária (Figura 14) pode ser um fator que contribui para o aparecimento da *Hakea sericea*, uma vez que elas foram introduzidas no nosso país com fins ornamentais e para funcionarem como sebes naturais (Marchante *et al.*, 2008).



Figura 14 - *Hakea sericea* junto a rede viária na Zif do Marão.

Na cartografia desta variável foi feito um buffer de 10m de volta da rede viária de modo a respeitar o Decreto de Lei n.º 124/2006 de 28 de Junho de 2006, (limpeza das faixas de 10 metros a volta dos caminhos), e por observação direta os indivíduos identificados de *Hakea sericea* geralmente não se encontram encostados à rede viária, estão sempre um pouco afastadas e dentro dessa faixa de 10 metros. No entanto, existe aqui um facto muito importante a salientar. Na altura da limpeza mecânica da *Hakea sericea* os habitantes locais colocam os restos cortados nessa faixa de 10 metros e procedem à sua queima, o que elimina o problema no imediato, mas estão apenas a semear um problema muito maior no futuro próximo, isto porque essa solução não é mais indicada para a eliminação desta espécie; o mais adequado seria queima-la e no ano seguinte proceder a sua erradicação (Marchante, 2008).

Segundo os dados fornecidos pelo Gabinete Técnico Florestal de Amarante para a cartografia desta variável, a Rede Viária na área da ZIF tem uma extensão de 181km (Figura 15). A rede viária inclui estradas principais, secundárias e caminhos agrícolas/florestais. A área envolvente à rede viária denominada por faixa de proteção ocupa uma área de 385ha, ou seja 6% da área representa um local ideal para o estabelecimento de novas populações de *Hakea sericea* e ponto de partida para novos focos.



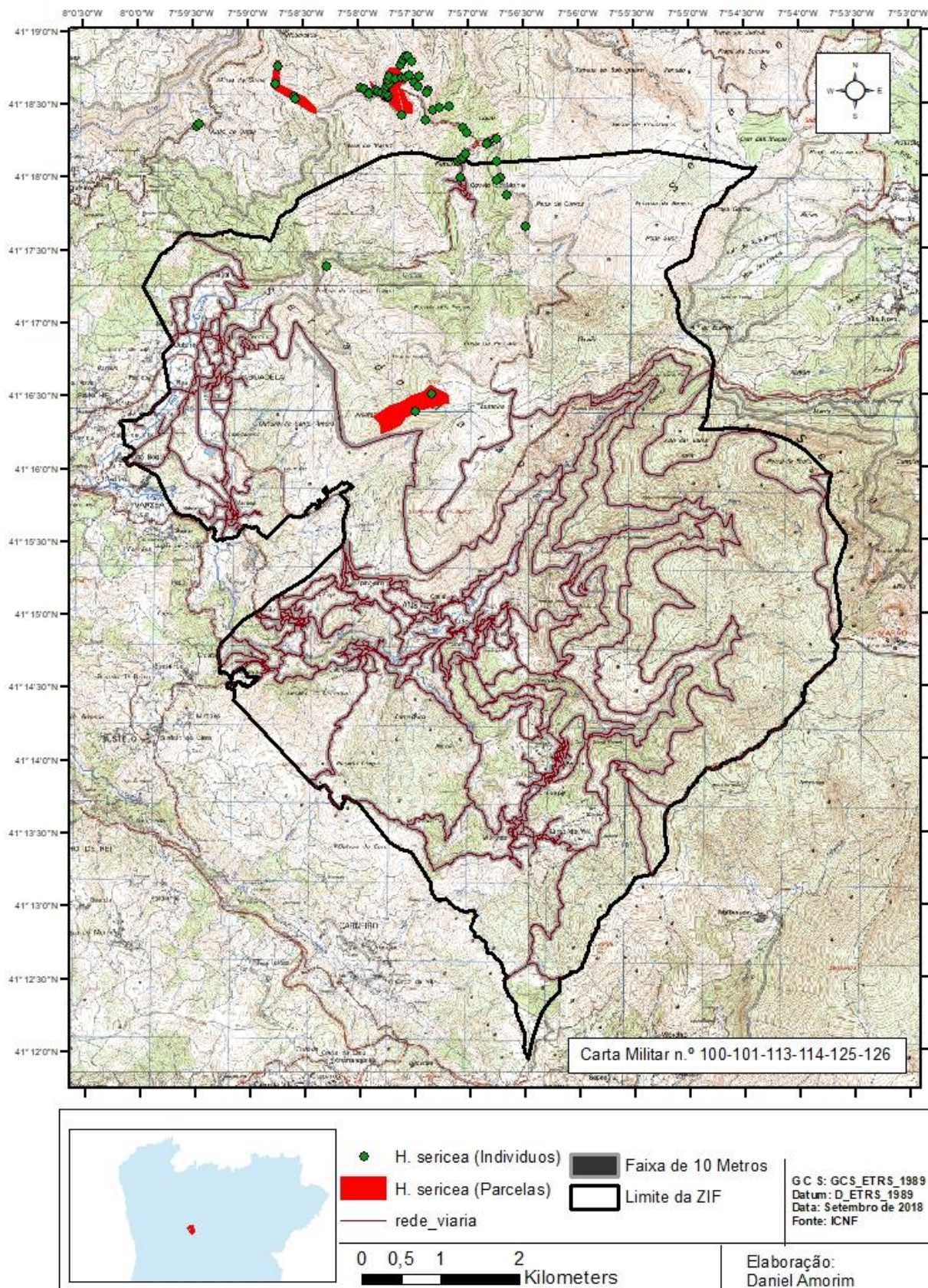


Figura 15 - Rede viária da ZIF do Marão (Fonte: GTF Amarante).



### 3.4 - Variáveis Naturais

As variáveis biofísicas naturais são caracterizadas como variáveis que decorrem a partir de fenómenos e processos naturais. A estabilidade que apresentam às ações de ordenamento, assim como a sua sensibilidade e resistência à transformação é muito variável e depende das características da própria variável, da forma e da intensidade do uso ou ação de ordenamento (Partidário, 1999).

#### 3.4.1 - Modelo Digital do Terreno

Designa-se Modelo Digital do Terreno (MDT) qualquer conjunto de dados em suporte numérico que, para uma dada zona, permita associar a qualquer ponto definido sobre um plano cartográfico um valor correspondente à sua altitude (Matos, 2008). Através deste é possível caracterizar a área de estudo mais detalhadamente. Dá uma ideia geral da orografia permitindo identificar as zonas de maior e menor altitude, servindo, igualmente, como base para o cálculo dos declives e das exposições da área.

Para ser possível estudar a área em termos de altitude, declive, exposição entre outros fatores para melhor perceber a possível distribuição de *Hakea sericea*, foi necessário através dos pontos cotados e curvas de nível criar um mapa onde apresentamos o MDT em formato *raster* (Figura 17). Este procedimento foi através do comando *Topo to raster* do software Arcgis (Figura 16), que em seguida terá de ser reclassificado. Posteriormente, com a ajuda das ferramentas disponíveis na ferramenta *surface* obtemos os mapas derivados, *i.e.*, o mapa do declive e de exposição das vertentes, condicionantes importantes na distribuição/propagação da espécie (Julião, 2009).



Figura 16 - Processo da criação do modelo digital de terreno (MDT) de base da ZIF do Marão.

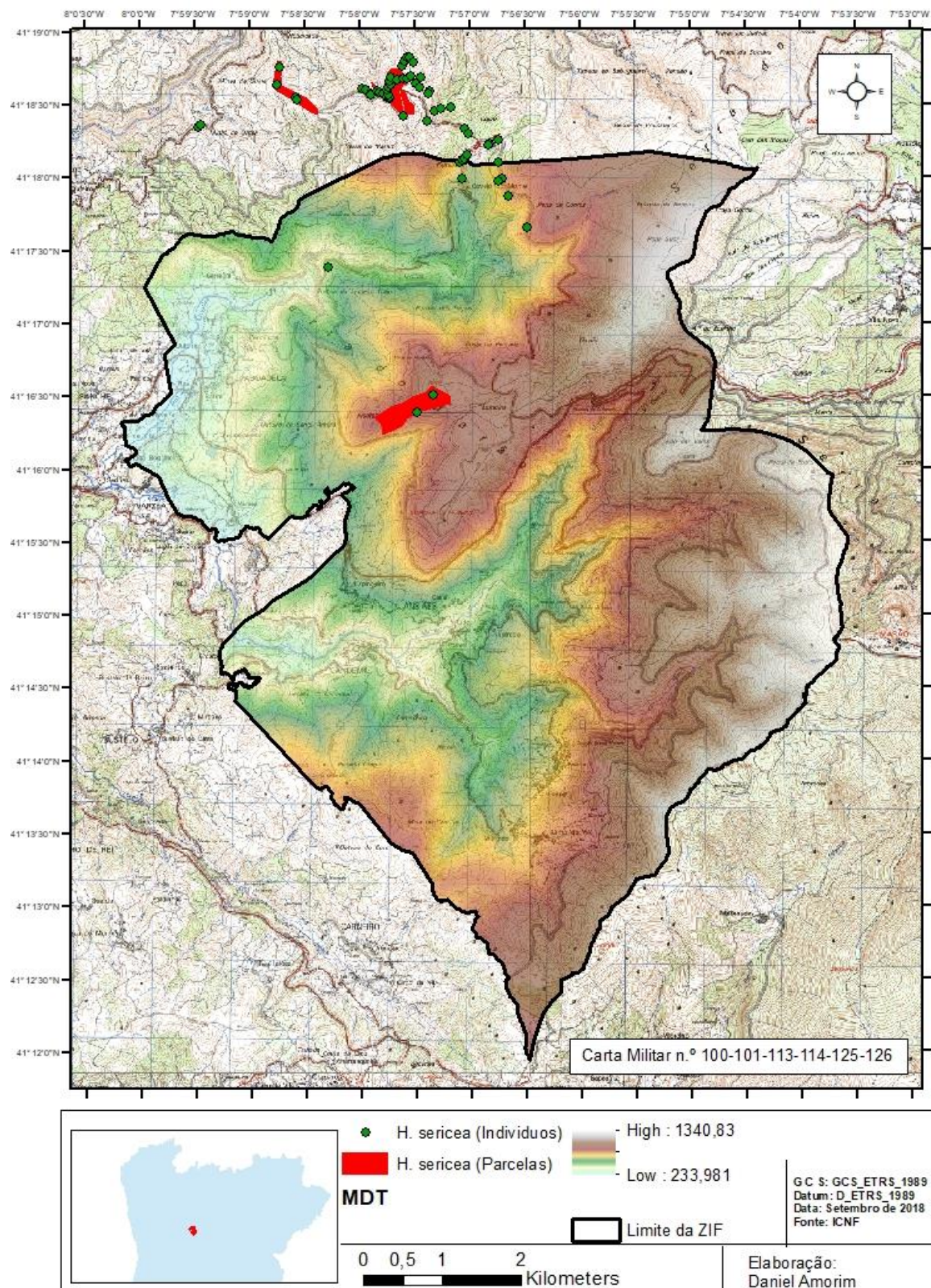


Figura 17 - Modelo Digital de Terreno da ZIF do Marão

### 3.4.2 - Altitude

Optou-se pelo uso desta variável porque a adaptação ou não adaptação das espécies é influenciada pela altitude. Para a elaboração deste mapa recorreu-se novamente ao Software Arcgis e reclassificou-se o *raster* inicial (Figura 17). O resultado desta reclassificação permite observar por onde se distribuem os diferentes intervalos de altitude na ZIF do Marão, daí retiramos a conclusão que as zonas de altitude mais elevada se distribuem por todo o quadrante este (Figura 18), os valores da cota mais baixa situam-se junto a linha de água principal.

A área de estudo foi reclassificado em 9 classes (Tabela 7) e pela sua análise verificamos que maioritariamente a área de estudo situa-se entre os 377 e 1050 metros.

*Tabela 7 - Classes de Altitude na ZIF do Marão.*

<b>Classe de Altitude (m)</b>	<b>Área (Ha)</b>	<b>Área (%)</b>
<b>233-377</b>	482,18	7,88
<b>377-498</b>	640,73	10,47
<b>498-611</b>	879,09	14,37
<b>611-720</b>	880,59	14,39
<b>720-832</b>	848,48	13,87
<b>832-945</b>	877,34	14,34
<b>945-1050</b>	671,79	10,98
<b>1050-1167</b>	530,39	8,67
<b>1167-1340</b>	308,95	5,05
<b>Total</b>	6119,54	100



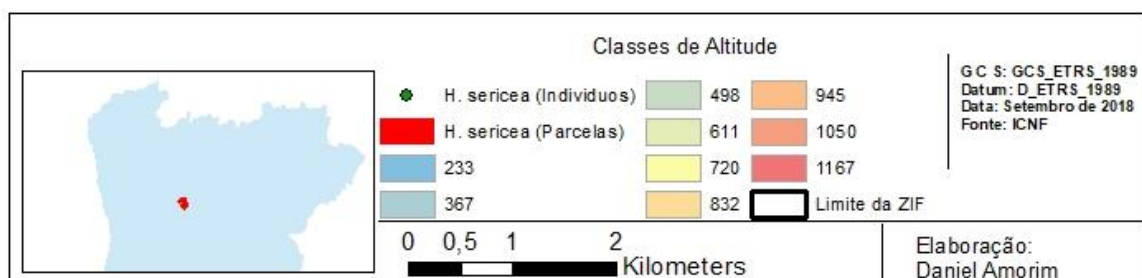
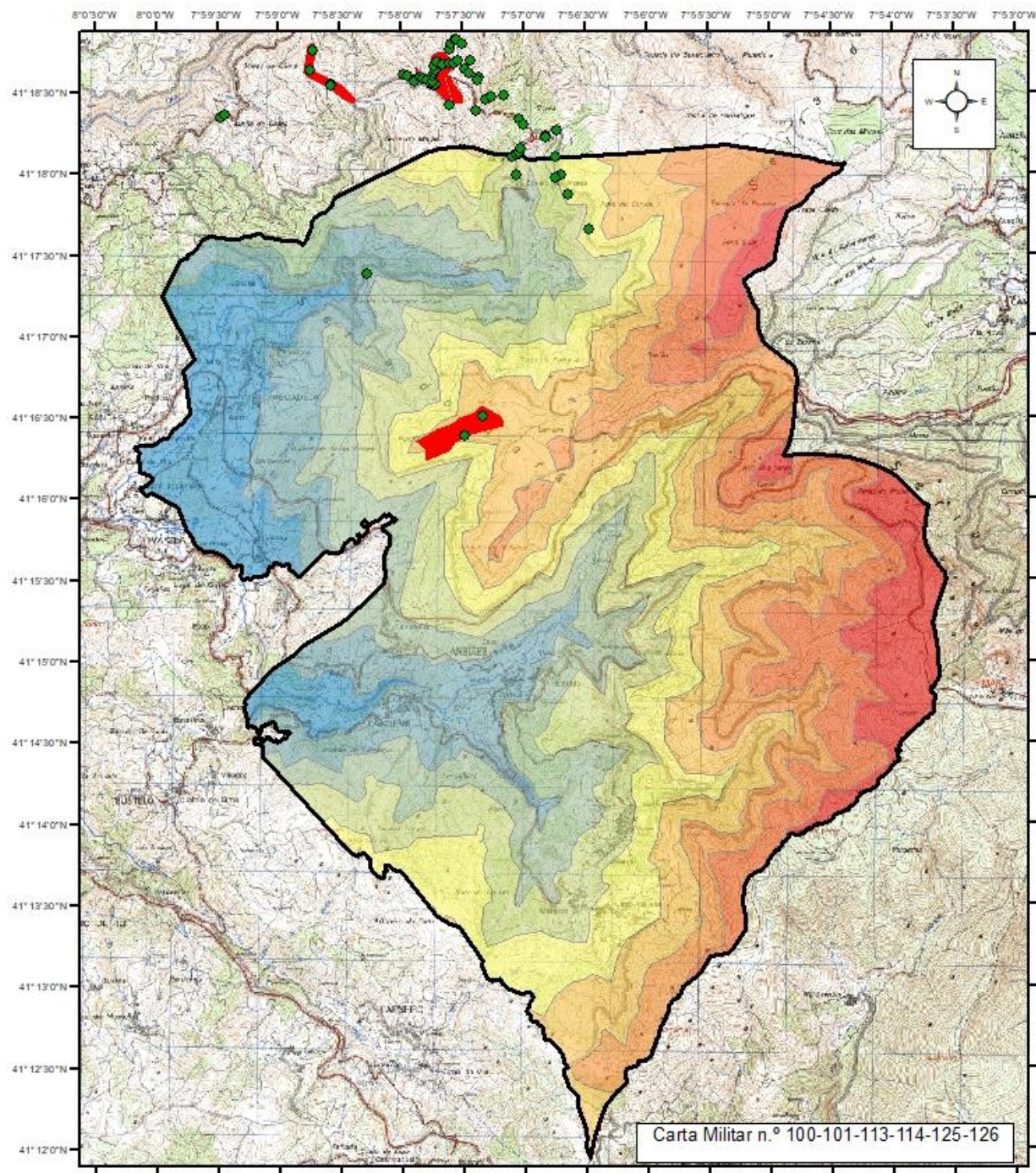


Figura 18 - Mapa hipsométrico da ZIF do Marão (Fonte: Carta Militar).

### 3.4.3 - Geologia

Segundo o Plano Regional de Ordenamento Florestal do Barroso e Padrela (PROF, 2006), a litologia fornece informação indireta do tipo e evolução dos solos, fator determinante para caracterizar o solo da área de estudo.

A caracterização geológica da área de estudo encontra-se entre os fatores que assume, em particular nos solos menos evoluídos, um papel importante na determinação do respetivo potencial produtivo, na identificação das espécies que a ela melhor se adaptam e o reconhecimento das limitações naturais à florestação (PROF - Região Centro Litoral, 2006). Embora a generalidade das árvores e arbustos florestais consigam sobreviver em solos pobres, inadequados para as culturas agrícolas, apenas algumas espécies se desenvolvem com uma conformação adequada à obtenção de material lenhoso de elevado valor (Correia & Oliveira, 2003). No caso particular de *Hakea sericea* esta atinge o potencial máximo de desenvolvimento em solos xistosos (Martins, 2008).

Verificamos que os solos que se estabelecem nas litologias formadas pela formação Filões de quartzo ocupam cerca de 40,61% do solo na área de estudo (Tabela 8). Observamos que os solos predominantemente xistosos se encontram a norte, nordeste, este e centro da área de estudo, coincidindo estas zonas com os 2 baldios existentes na ZIF, cujo levantamento ainda se encontra em fase de desenvolvimento. Constatamos que estes baldios (Ansiães e Aboadela), face a falta de investimento dos últimos anos, certas áreas são apenas usadas para pastoreio, tendo uma gestão florestal insuficiente, o que é motivo de preocupação, porque não havendo gestão da área não existe forma de controlar a espécie invasora *Hakea sericea* (Figura 19)

Tabela 8 - Legenda da Carta Geológica e valores de ocupação (Fonte: LNEG)

Legenda- Carta Geológica	Código	Área (ha)	Área (%)
Aluviões	aluv	4,96	0,08
Filões de quartzo	(gama)II2b	2449,3	40,61
Filões e massas aplito-pegmatíticas	(gama)ap	4056	0,66
Formação Campanhó e Ferradosa: intercalações de quartzitos claros e níveis espessos de ampelitos e liditos	CDe	57,29	0,94
Formação Campanhó e Ferradosa: xistos cinzentos silício carbonosos	DSC	1423,29	23,25
Formação Desejosa: alternância de filitos com laminação fina, paralela e metagrauvaques e metaquartzovaques, às vezes, carbonatados	OPa	1542,15	25,19
Formação Pardelhas: xistos ardosíferos, xistos carbonosos com intercalações de metassiltitos na base	OQA1_qx	305,4	4,99
Formação Quartzito-Armoricano: quartzitos superiores com bancadas de ferro, xistos intermédios e quartzitos inferiores	OQV	1,60	0,03
Formação Quinta da Ventosa: quartzofilitos e quartzitos com níveis conglomeráticos dispersos, geralmente, com clastos de quartzo rolado	quartz	17,28	0,28
Formação Santos e Curros: sequência negativa de turbiditos com intercalações de tufitos no topo	SCF	235,18	3,84
Granito porfiróide, de grão grosseiro, essencialmente biotítico	SCF_1	44,63	0,73



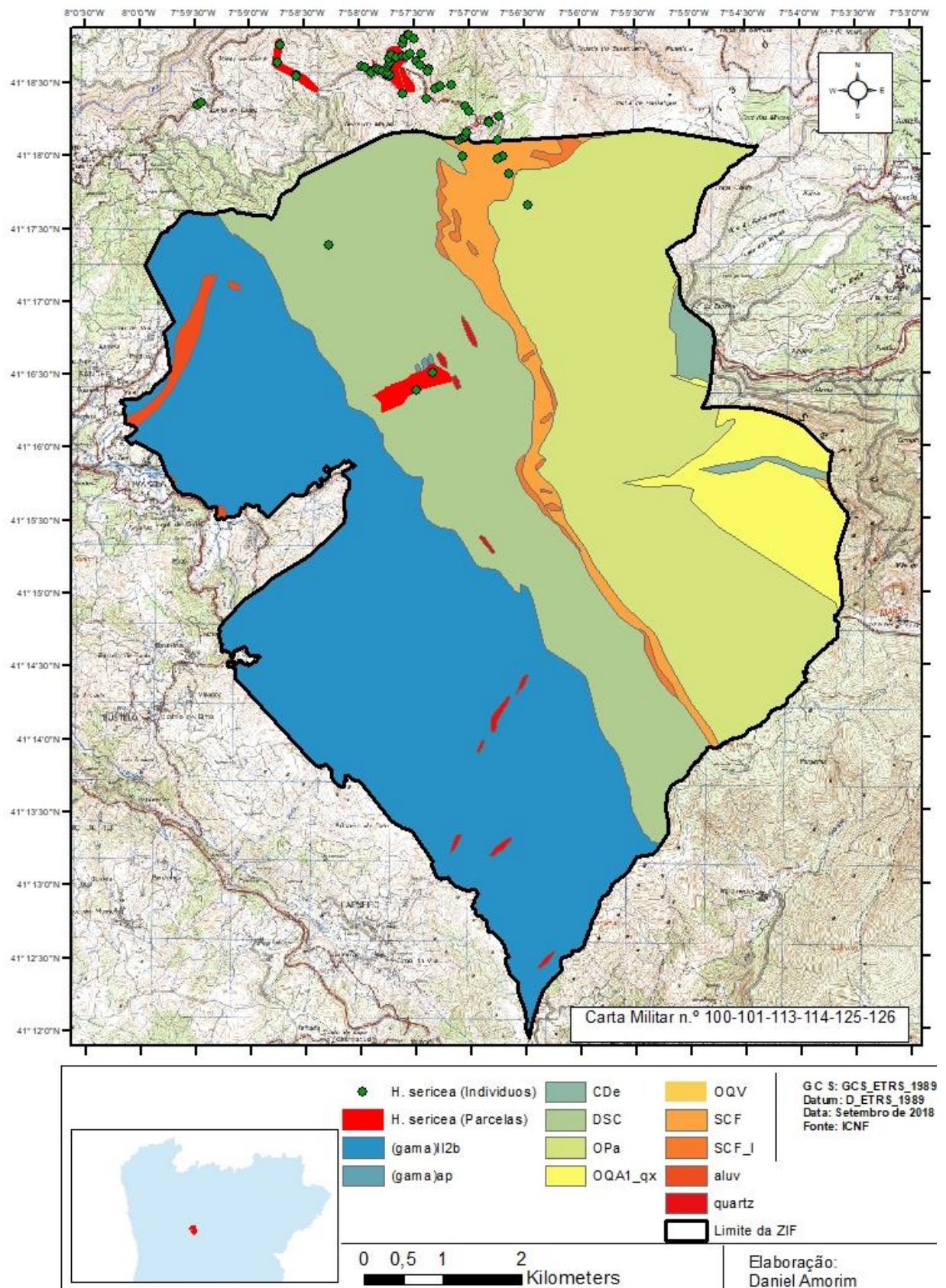


Figura 19 - Litologias da área de estudo (Fonte: LNEG)

#### 3.4.4 - Exposição das vertentes

A exposição também pode influenciar a distribuição das espécies florestais (Gaspar e Lopes, 2001). A exposição das vertentes é uma variável importante, pois demonstra a orientação aos raios solares das vertentes da área de estudo. A exposição tem elevada importância para o risco de incêndio (PROF, 2006). Uma exposição virada a Sul é mais favorável ao aparecimento/desenvolvimento da *Hakea sericea* (Marchante *et al.*, 2008) do que qualquer outra exposição pois a radiação solar incidente assume valores máximos para as nossas latitudes. Esta variável foi calculada através da ferramenta disponível no Arcgis “Aspect”.

As vertentes expostas a Sul/Sudoeste (vertentes soalheiras) dominam a área com cerca de 23%, seguida pelas vertentes expostas a Norte com 17% (vertentes úmbrias) (Tabela 9).

Tabela 9 - Classes de Exposição da ZIF do Marão

Classe de Exposição	Área (ha)	Área (%)
N	1007,70	16,47
NE	489,15	8,00
E	199,78	3,27
SE	339,46	5,55
S	724,42	11,84
SO	727,33	11,89
O	1082,32	17,69
NO	1546,80	25,29
Total	6116,96	100

Observamos que a área de estudo, relativamente a exposição, que existe um claro predomínio da exposição Noroeste, nomeadamente na zona central (Figura 20).



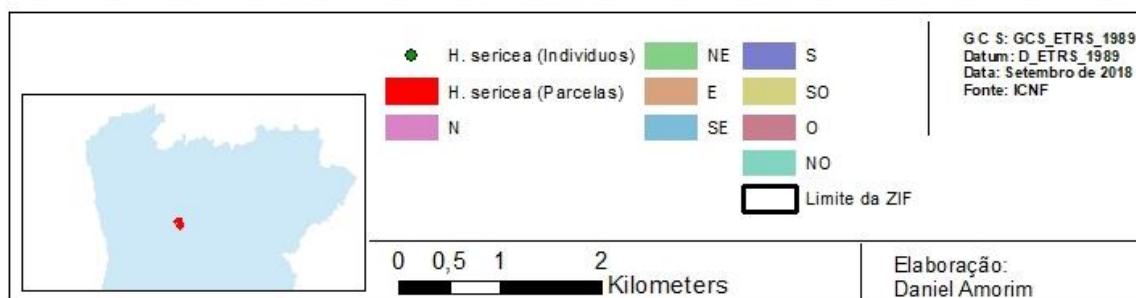
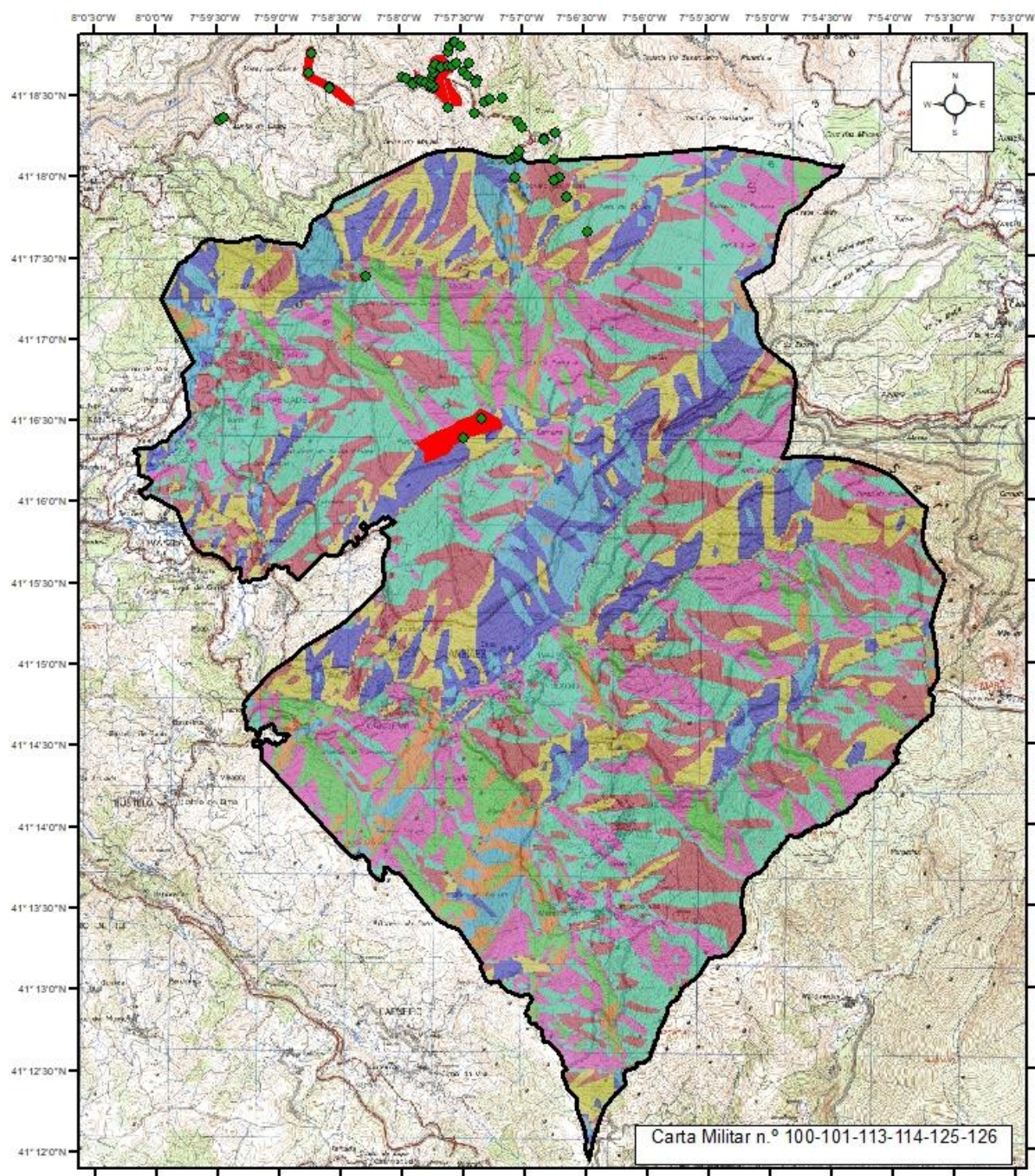


Figura 20 - Exposição das vertentes da ZIF do Marão.



### 3.4.5 - Declive das vertentes

As características de uma determinada área, são fortemente condicionadas pelo declive das suas vertentes. A mecanização dos trabalhos, é influenciada numa perspetiva de rentabilidade económica tanto na fase de instalação e tratamento dos povoamentos florestais como na altura da extração e escoamento do produto final. As intervenções de controlo de invasoras podem ser muito condicionadas pelo declive, isto, porque a utilização de meios mecânicos torna-se impossível a partir de um determinado limiar, que segundo alguns autores (Louro *et al.*, 2002), na maioria das operações coincide com os 30-35% de inclinação. Relativamente aos incêndios, quanto maior for o declive do terreno, maior é a proximidade da chama relativamente aos combustíveis que se situam acima, numa progressão do incêndio em sentido ascendente. Esta maior facilidade de progressão traduz-se nas características da chama, a qual adquire maiores dimensões e maior velocidade de progressão (Silva & Páscoa, 2002). De salientar, que o combate aos fogos fica dificultado devido à diminuição do rendimento do pessoal, pois a sua progressão no terreno é menor devido ao aumento do declive. Assim, pode-se assumir que as zonas de maior declive são zonas propícias proliferação da *Hakea sericea* uma vez que elas são fortemente favorecidas pelas áreas onde a incidência do fogo é maior e mais ativa.

Esta variável foi calculada através da ferramenta *slope* e depois reclassificada em 5 classes. Foram consideradas 5 classes porque importa perceber numa perspetiva futura de gestão florestal de combate às infestantes onde podemos recorrer a trabalho mecânico e onde o trabalho de remoção/prevenção terá de ser manual.

Conclui-se que 35% da área de estudo tem declives superiores a 40% o que indica que em caso de combate físico a esta espécie terá de ser feito manualmente devido aos elevados declives, as zonas mais a sul e noroeste são as que apresentam as classes de declive mais baixas (Tabela 11 e Figura 13).

Tabela 10 - Classes de Declive (percentagem)

Classe de Declive (%)	Área (ha)	Área (%)
0-10	219,87	3,59
10-20	765,06	12,50
20-30	1402,63	22,93
30-40	1578,11	25,79
>40	2152,62	35,18
Total	6118,29	100

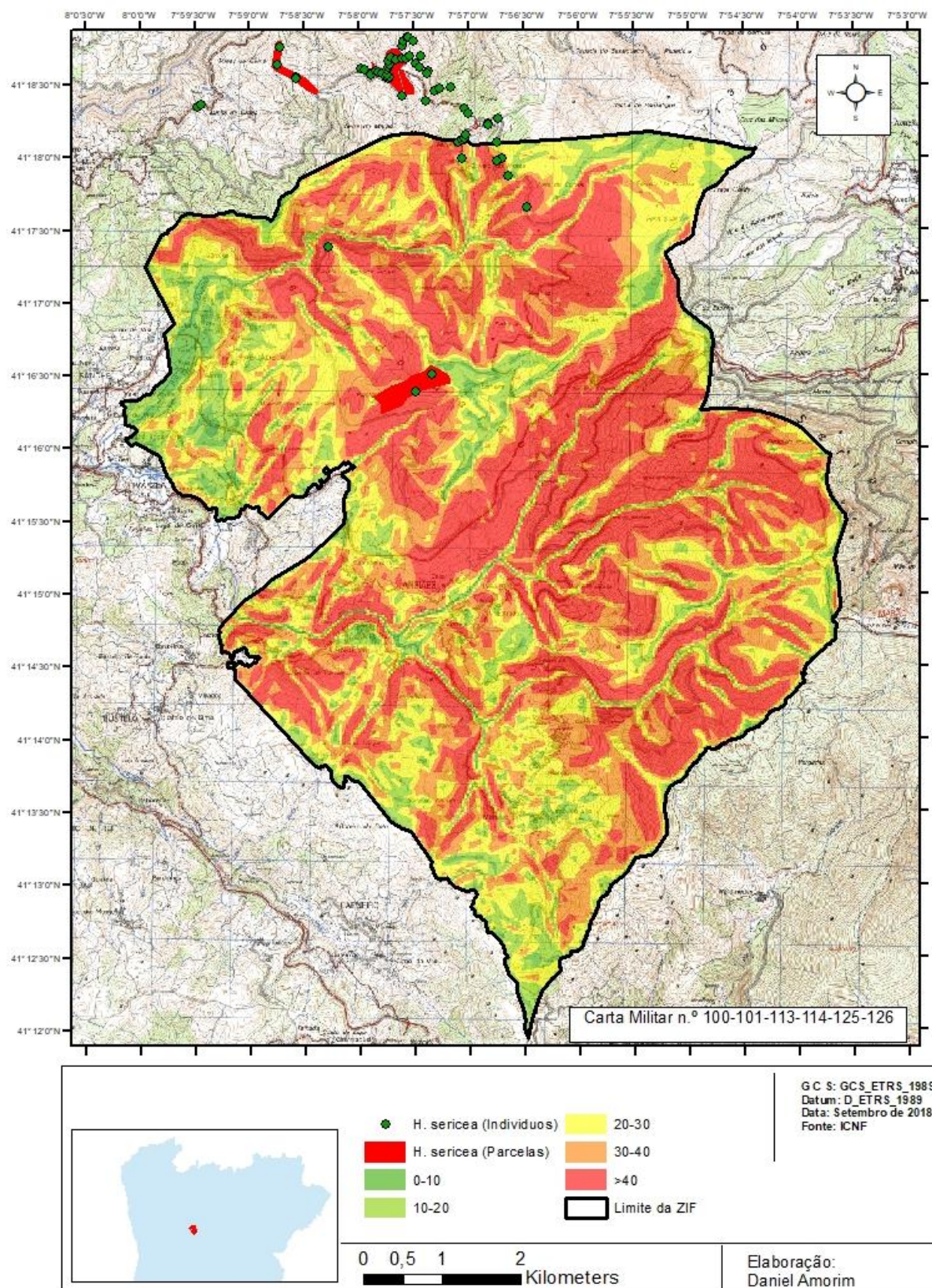


Figura 21 - Classes de Declive em Percentagem na ZIF do Marão

#### **3.4.6 - Linhas de Água**

A rede hidrográfica assume uma grande importância para qualquer região, já que as linhas de água abastecem populações e têm alto valor de conservação nos ecossistemas. Os distúrbios que possam causar danos na vegetação ripícola podem por em causa a sustentação das margens dos rios, como podem também alterar profundamente o ecossistema em que estão inseridas causando danos irreparáveis nos habitats e até mesmo alteração das propriedades físico-químicas da água do rio, pondo em causa as espécies aquáticas e anfíbias (PROF – Barroso e Padrela, 2006). Pela análise da área de estudo feita através de reconhecimento de campo apenas na zona mais central da ZIF se encontram espécimes de *Hakea sericea* junto às linhas secundárias, na área de estudo apenas existe uma linha de água principal (Figura 22).



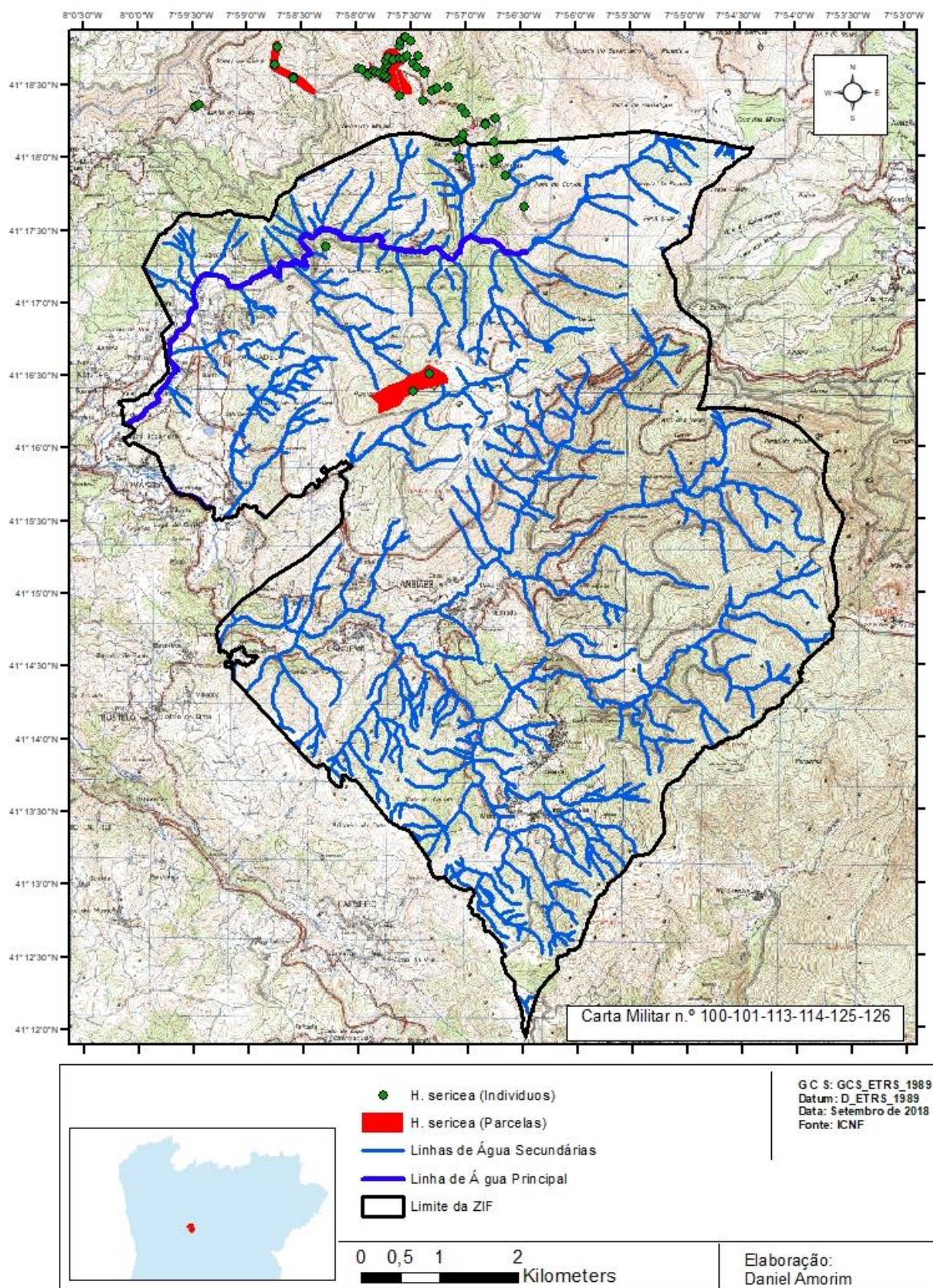


Figura 22 - Linhas de Água da área de estudo (Fonte: Atlas Digital do Ambiente)

### 3.4.7 - Precipitação

A precipitação anual na ZIF do Marão, conforme mostra a Figura 14 varia entre 1200 e 2000mm, valor alto comparativamente ao valor médio de Portugal Continental, que ronda os 1000 mm (Atlas do Ambiente 2006). Verifica-se que na área central da área de estudo há um maior nível de precipitação ao contrário da área mais a sul que é onde existe menor nível de precipitação.

Concluimos que em cerca de 56% da área existe uma precipitação que varia entre os 1400 e 1600mm, por outro lado, apenas 5% da área apresenta valores de precipitação semelhantes ao panorama nacional (1000 mm), (Tabela 12).

A zona mais a norte na ZIF do Marão é a que apresenta uma precipitação anual entre 1400 e 1600mm (Figura 23).

*Tabela 11 - Intervalos de precipitação na área de estudo (valores anuais).*

<b>Precipitação (mm)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
<b>1200-1400</b>	338,5	5,53
<b>1400-1600</b>	3457,9	56,49
<b>1600-2000</b>	2325,38	37,99
<b>Total</b>	6121,78	100



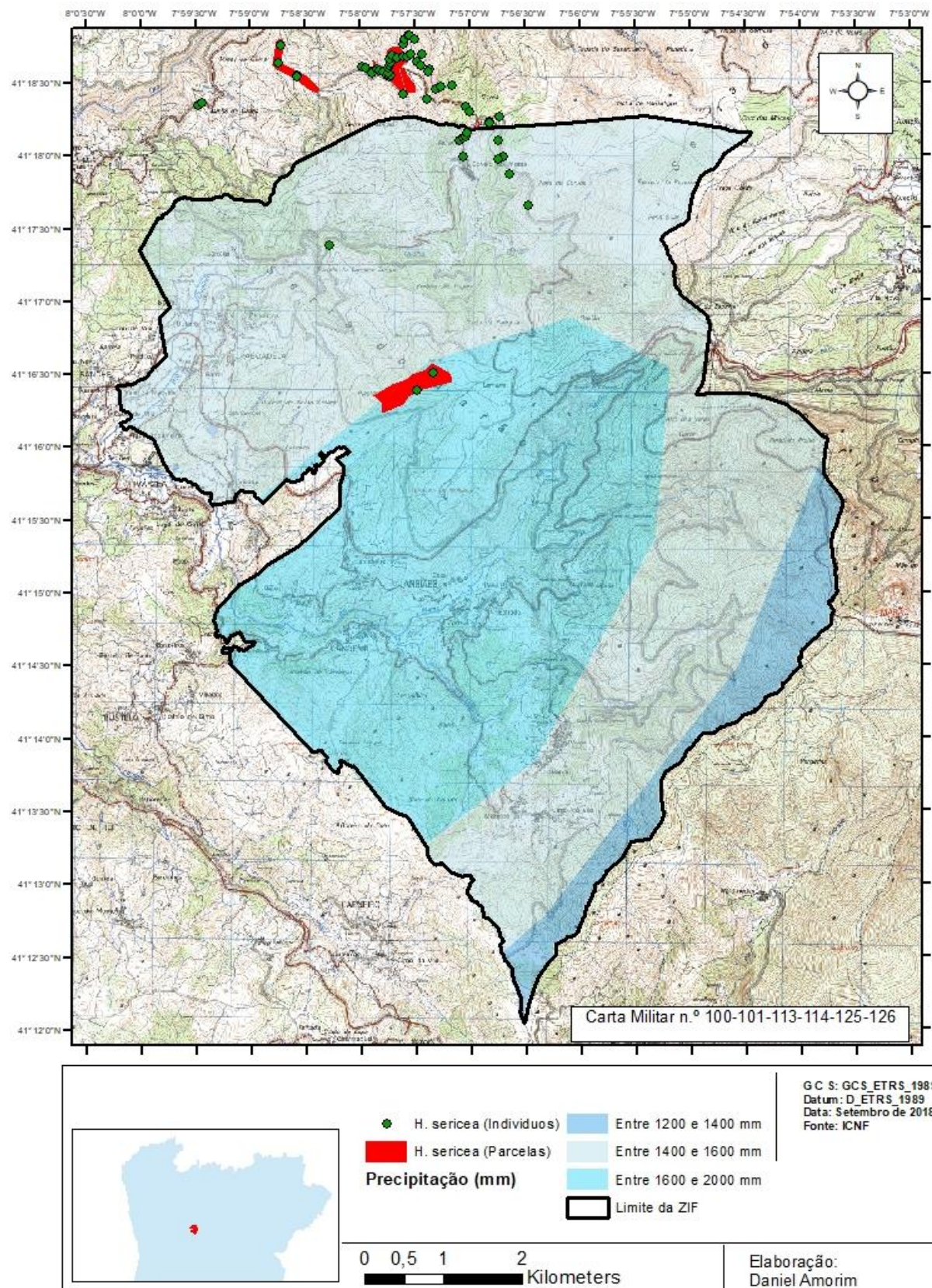


Figura 23 - Precipitação anual na área de estudo (Fonte: Atlas Digital do Ambiente)

### 3.4.8 - Geada

No nosso país, as geadas são sobretudo perigosas para a agricultura quando ocorrem tardiamente na primavera (PMDFCI-Chaves, 2007). Frequentemente, atingem as plantas em períodos de desenvolvimento foliar e floral, podendo causar a destruição dos novos lançamentos e queimar os gomos florais (PROF – Barroso e Padrela, 2006). A geada na nossa área varia entre 40 a 70 dias por ano (Tabela 12). A *Hakea sericea* é uma espécie que não é resistente as geadas (Marchante *et al.*, 2008).

Com a observação da Figura 24 concluímos que a zona central da ZIF, é afetada com geadas cerca de 50 a 60 dias por ano, no que diz respeito a *Hakea sericea* esta espécie não é resistente a geada (Marchante *et al.*, 2008).

*Tabela 12 - Ocorrência de geada n ZIF do Marão por n.º dias e área abrangida (Fonte: Atlas Digital do Ambiente).*

<b>Geada (Dias)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
<b>40 a 50</b>	1097,7	17,93
<b>50 a 60</b>	4467,26	72,97
<b>60 a 70</b>	557,04	9,10
<b>Total</b>	6122	100



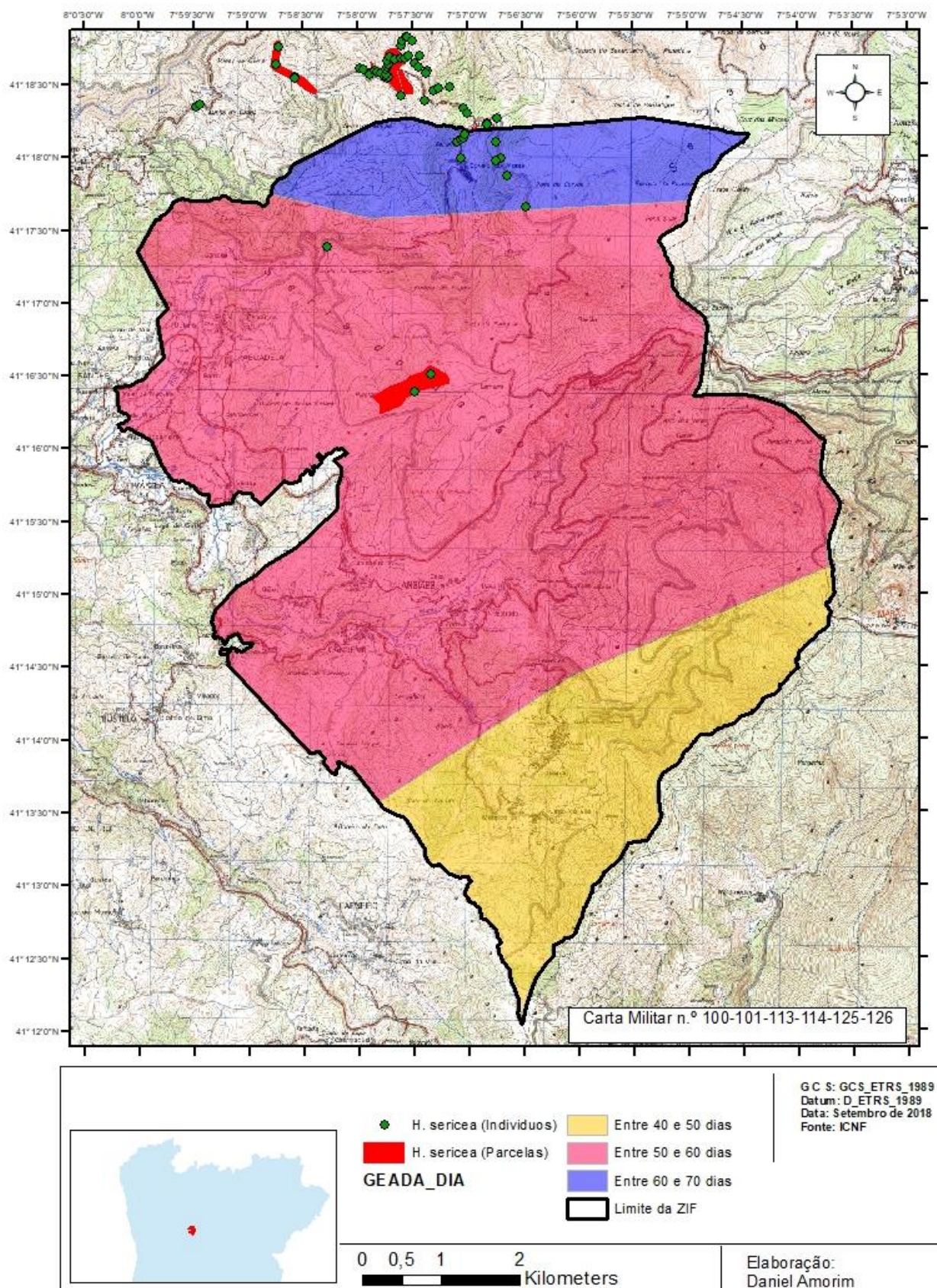


Figura 24 - Dias de geada na área de estudo (Fonte: Atlas Digital do Ambiente)



### 3.4.9 - Insolação

No que respeita às horas de insolação verifica-se que os valores registados apresentam uma amplitude que varia entre as 2300 e as 2500 horas anuais (Tabela 13).

A insolação, é um fator determinante no desenvolvimento desta espécie uma vez que a *Hakea sericea* se não estiver exposta à luz solar não se desenvolve ou tem um desenvolvimento mais lento e outras espécies, como o caso das urzes (*Erica ciliaris*), podem desenvolver-se mais rapidamente e impedir que *Hakea sericea* se desenvolva, uma vez que a *Erica ciliaris* germina mais rápido (Marchante, Morais, Freitas, & Marchante, 2008). Em toda a área central da ZIF do Marão é onde a insolação apresenta valores mais baixos, contudo nas áreas que delimitam a ZIF tem uma insolação superior (Figura 25).

Tabela 13 - Quantidade de Horas de Sol na ZIF, (valores anuais).

<b>Insolação (Horas)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
<b>Entre 2300 a 2400</b>	4410,3	72,04
<b>Entre 2400 a 2500</b>	1711,7	27,96
<b>Total</b>	6122	100

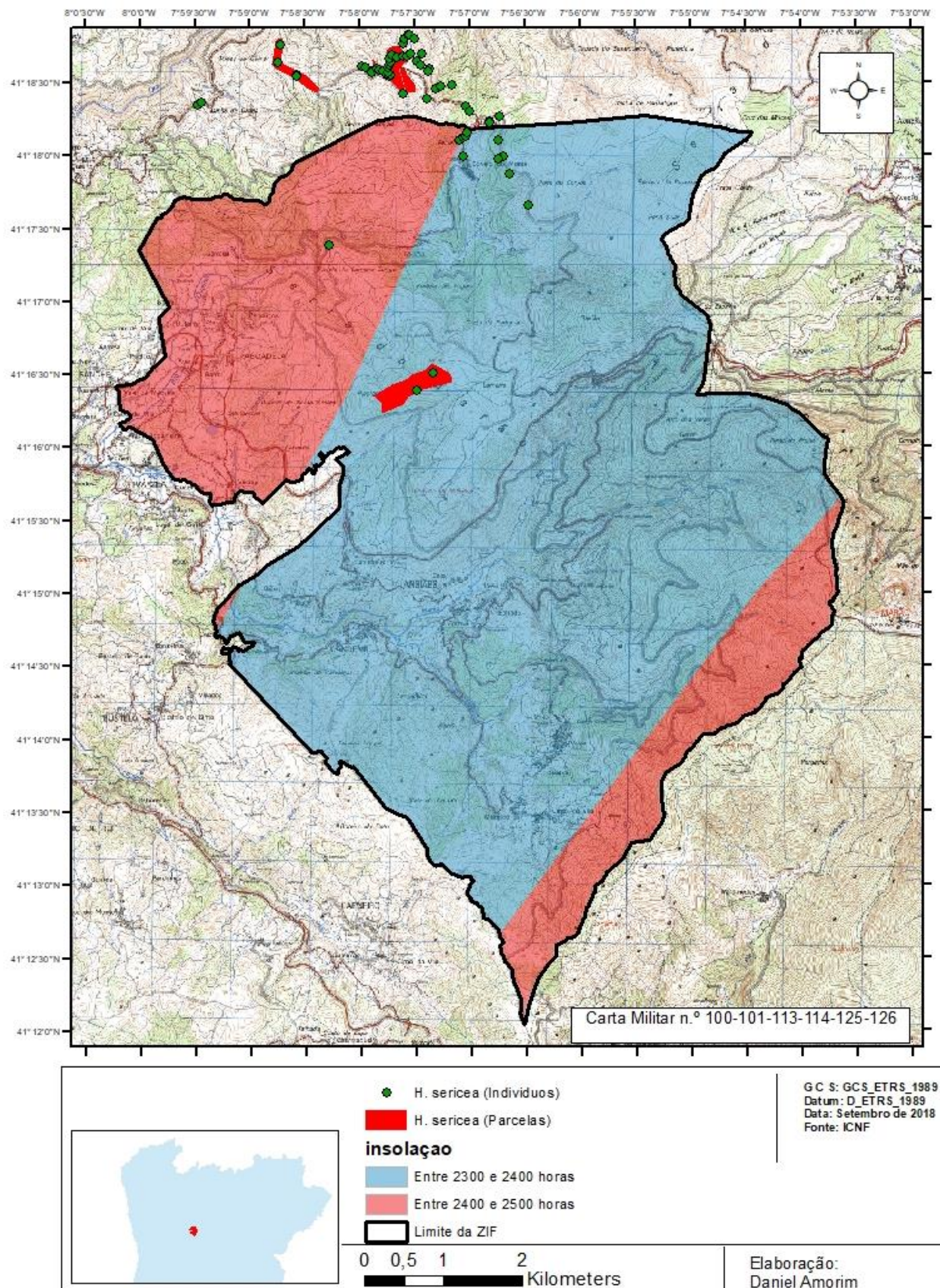


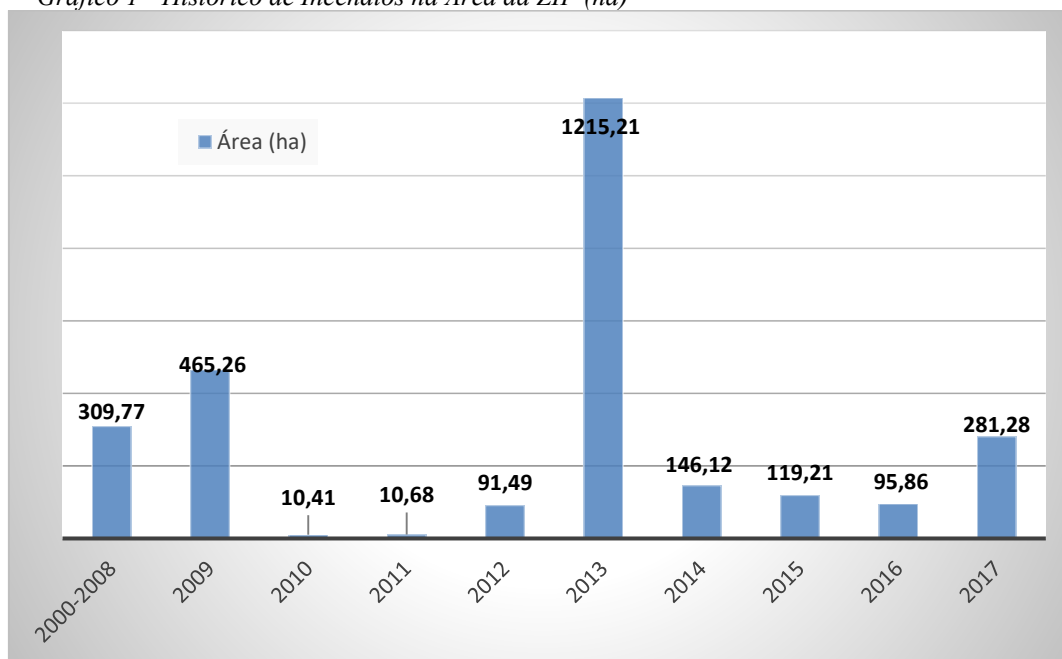
Figura 25 - Insolação na área de estudo (Fonte: Atlas Digital do Ambiente)

### 3.4.10 - Histórico de Incêndios

Os incêndios florestais são um processo muito frequente em regiões de clima com características mediterrânicas (feição de montanha) como acontece na área de estudo e, como tal, a sua ocorrência tem sido uma constante ao longo da história. Na verdade, a coincidência da época mais seca do ano com a época mais quente, faz com que se reúnam nesta área condições propícias para a ignição e propagação de incêndios florestais, os quais destruíram uma parte importante do património vegetal da área (PDMFCI Amarante, 2016). Estes prejuízos traduzem-se na destruição de coberto florestal, em danos ambientais como a perda de biodiversidade e o aumento de CO<sub>2</sub> na atmosfera, na maior susceptibilidade do povoamento ardido a pragas e ainda a um aumento da erosão do solo (PDMFCI Chaves, 2007).

Da análise do Gráfico 1 regista-se que nos últimos 18 anos ardeu 44% da área considerada a volta da Zif e dentro da Zif. No ano de 2013 foi onde ardeu mais área, cerca de 1215ha, verifica-se também que geralmente nos anos seguintes aos grandes incêndios a área ardida diminui, anos de 2014 a 2016 isto porque o combustível fino que arde mais facilmente ainda não existe, no entanto com o passar do tempo vemos por exemplo que em 2017 já ardeu uma área idêntica a que ardeu no início do intervalo de estudo (2000 a 2017).

Gráfico 1 - Histórico de Incêndios na Área da ZIF (ha)



Fonte: [www.icnf.pt](http://www.icnf.pt)



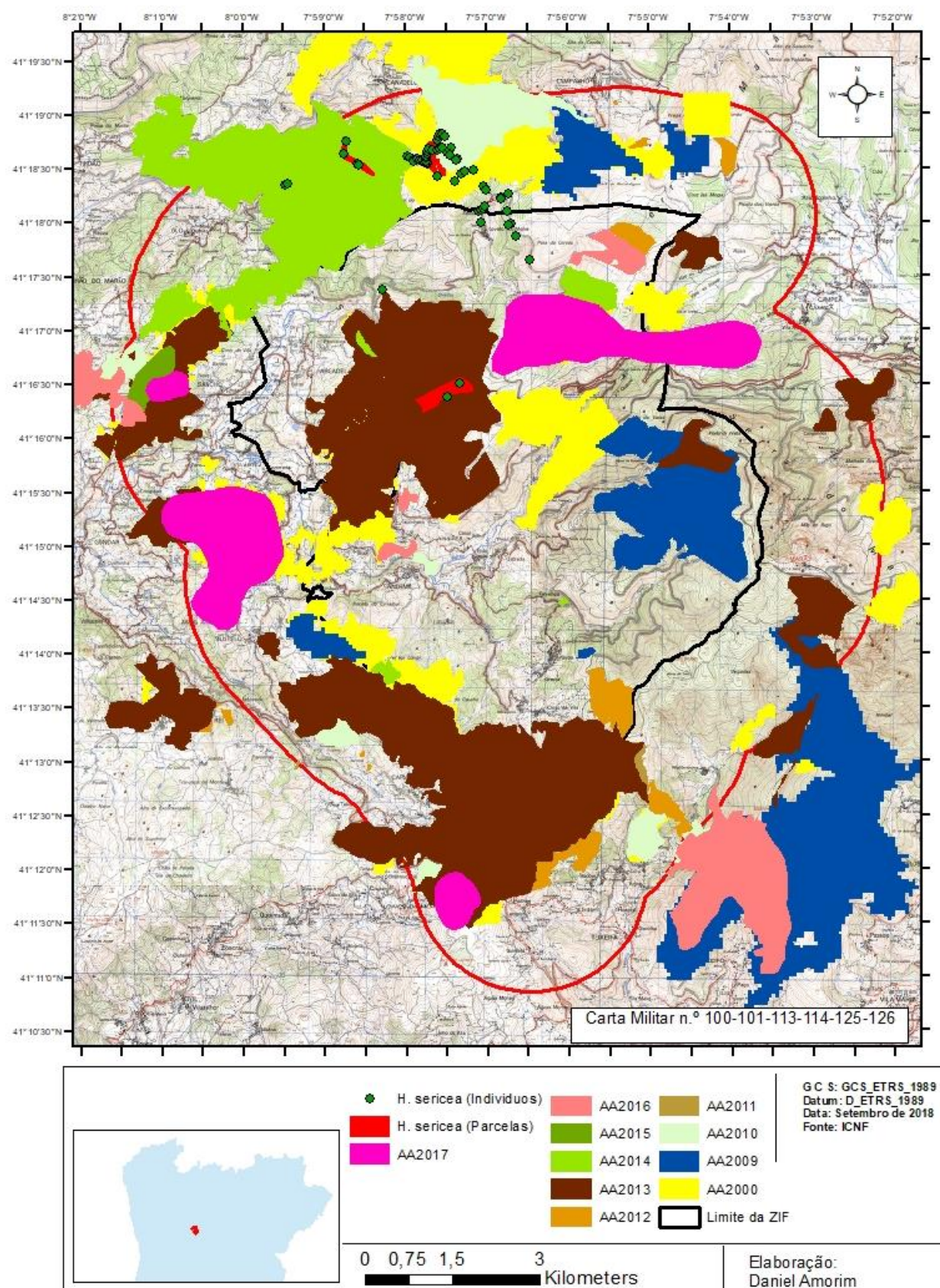


Figura 26 - Histórico de Incêndios de 2000 a 2017 na área envolvente a ZIF do Marão (ICNF, 2017)

Foi feita uma análise a área ardida da área envolvente da ZIF do Marão (Figura 26) com o intuito de perceber de onde poderiam ter sido arrastadas as sementes da *Hakea sericea* que abriram após o extremo calor que é libertado num incêndio e que é esse o fator que faz abrir a semente da planta (Marchante, Morais, Freitas, & Marchante, 2008).

Estas áreas ocupadas por floresta agora são áreas incultas ou improdutivas, uma vez que as áreas que sofrem mais do que um incêndio enfraquecem a capacidade de regenerar novas florestas (Figura 27).



Figura 27 - Áreas percorridas por incêndios sem capacidade regenerativa (Incêndio, 2015, Área de Pinhal Bravo)

Verificamos que os maiores incêndios foram registados nos anos de 2009 e 2013, abrangendo uma área de 1680 há. De salientar os incêndios que ocorreram no início do Sec. XXI, que coincidem com o foco inicial da aparição desta espécie, que segundo os habitantes locais foi introduzida junto a casa do guarda-florestal por volta de 1960.



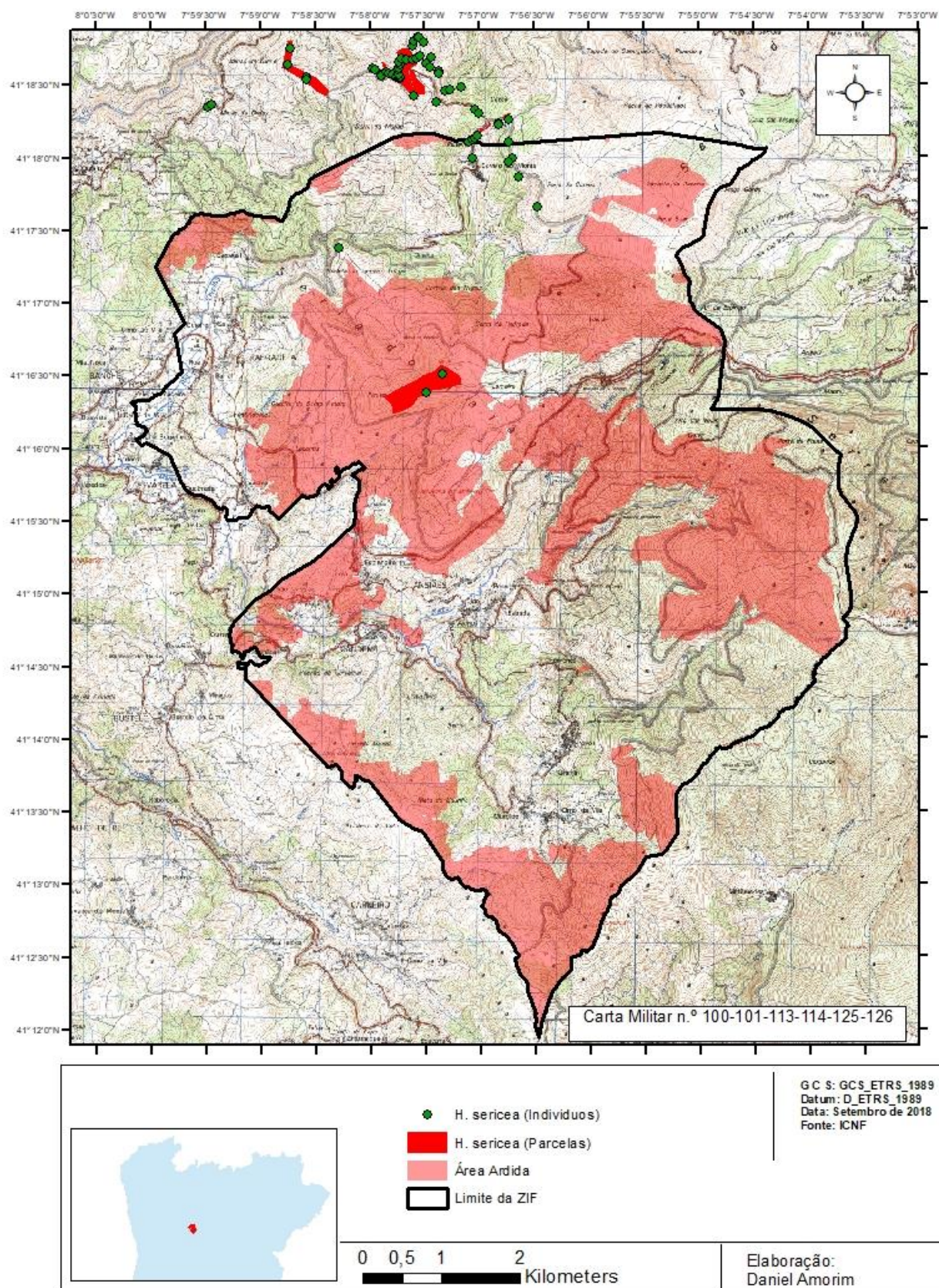


Figura 28 - Área ardida na ZIF do Marão no período 2000-2017 (Fonte: ICNF 2017)

Em suma estas áreas que arderam mais que uma vez, com declives acentuados, reúnem condições para o desenvolvimento da espécie invasora alvo deste estudo. Da leitura da Figura 28 podemos concluir que pelo menos 44% da área ardeu pelo menos uma vez, o que no caso de já existir *Hakea sericea* nessas áreas, contribuiu para a sua propagação na ZIF do Marão.

#### **3.4.11 - Rede Natura 2000**

A Rede Natura 2000 é uma rede ecológica que abrange o espaço Comunitário da União Europeia, que resulta da aplicação da Directiva nº 79/409/CEE e nº 92/43/CEE, Directiva Aves e Directiva Habitats, respectivamente. Estas directivas têm como objectivo promover a conservação da biodiversidade a longo prazo de espécies, tanto de fauna como flora, com estatuto de “Ameaçadas”. Isto vai contribuir para regredir a perda da biodiversidade, sendo um instrumento muito importante para a conservação e protecção da natureza, mantendo e/ou recuperando habitats e espécies. (ICNF, 2017)

A área de estudo está classificada como Rede Natura 2000 – Sítios de Importância Comunitária (PTCON0003). Em termos de Flora é de sublinhar a ocorrência do extremamente ameaçado trevo-de-quatro-folhas (*Marsilea quadrifolia*). Sítio de grande importância para o lobo (*Canis lupus*) onde se situa a maior densidade de alcateias do nosso país. É um sítio relevante para a conservação da fauna aquática, sendo de destacar a sua importância para a Toupeira-de-agua (*Galemys pyrenaicus*) e lontra (*Lutra lutra*) (ICNF, 2017).

Esta área de estudo SIC-PTCON0003 ocupa cerca de 94% da área de estudo, daí a necessidade deste estudo para perceber de que modo a *Hakea sericea* pode afetar a biodiversidade da área (Figura 29).



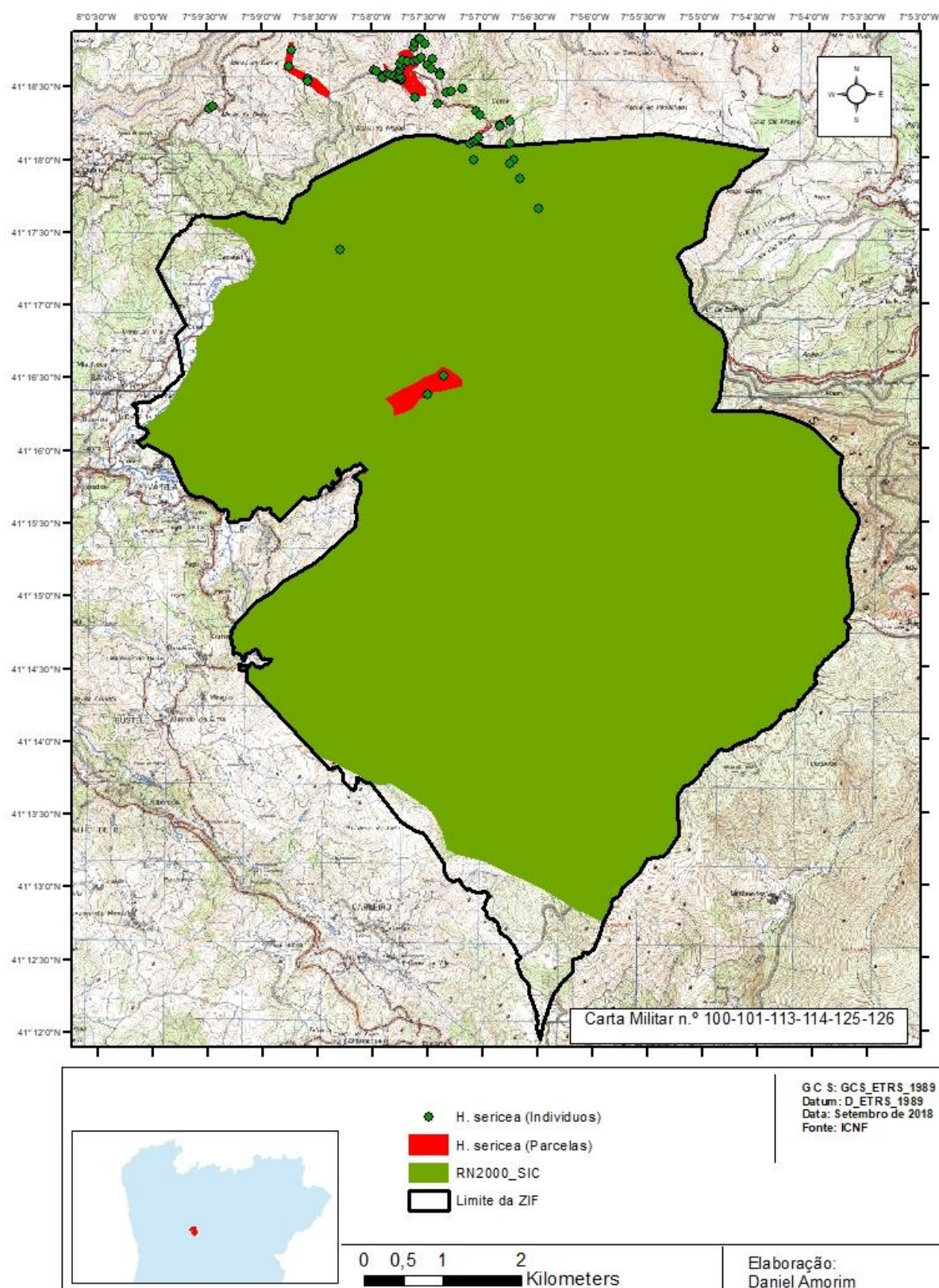


Figura 29 - Rede Natura 2000 e Sítios de Importância Comunitária PTCON0003 na ZIF do Marão (Fonte: ICNF, 2017)



## Capítulo 4 - Modelação da disseminação de *Hakea sericea*

### 4.1 - Introdução

As cartas de susceptibilidade representam a incidência espacial dos perigos para uma da área, ou seja, identificam e classificam as áreas com propensão para serem afetadas por um determinado perigo (Julião, 2009). A avaliação da susceptibilidade de uma área a determinado perigo efetua-se através dos fatores de predisposição ou condicionantes para a ocorrência dos processos ou ações perigosas (Julião, 2009).

A Regressão Logística é uma técnica de análise de dados cuja variável dependente ou variável de resposta (*Pontos de Hakea sericea*) é dicotómica ou binária (Saraiva, 2017). Este modelo estabelece uma relação entre a variável binária dependente, no caso, os locais que registam a presença de *Hakea sericea*, e um grupo de variáveis explicativas: declive, altitude, ocupação do solo, exposição de vertentes, distância à rede viária, distância à rede hidrográfica, geologia, geada, precipitação, insolação e áreas ardidas. Com estes dois grupos de variáveis pretende-se modelar a probabilidade de ocorrência de *Hakea sericea* na área e ter desse modo, as áreas mais suscetíveis à sua disseminação pela ZIF do Marão. Este modelo fornece informações sobre as relações entre as variáveis (dependente e independente) e a intensidade dessas relações possibilitando o arranjo de combinações de variáveis independentes para ver quais influenciam mais a probabilidade final do evento (Saraiva, 2017).

Na fórmula da regressão logística que se apresenta (Figura 30), **p** corresponde à probabilidade de propagação de *Hakea sericea*, o **exp** eleva o valor de **e** ao valor entre parêntesis, **α** corresponde ao valor de intercepção (*constante*), **β** refere-se aos coeficientes de regressão e **X** às variáveis independentes (Saraiva, 2017).

$$p = \frac{1}{1 + \exp [-(\alpha + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_n X_{ni})]}$$

Figura 30 - Formula da Regressão Logística

### 4.2 - Metodologia

Inicialmente, fez-se uma análise da área de estudo, cartografando as suas características ambientais e estruturais (rede viária, de ocupação do solo, orografia e climáticas), incluindo nesta análise um buffer de 2km à área da ZIF para considerar mais

elementos e perceber de onde vem a *Hakea sericea*.

Após esta análise, fez-se uma caracterização detalhada da área através dos dados recolhidos em campo, o que forneceu as variáveis para este estudo.

A elaboração da cartografia de susceptibilidade foi elaborada através do método da regressão logística recorrendo-se aos softwares *Arcgis*, *Microsoft Excel* e *SPSS Statistics*.

Com recurso a tecnologias SIG criou-se a informação existente por forma a conseguir perceber as condições macro-preferenciais para o estabelecimento da espécie invasora em estudo.

As condicionantes (Tabela 14) que se decidiu considerar para avaliação da susceptibilidade foram os seguintes:

*Tabela 14 - Variáveis de estudo usadas na modelação da distribuição de Hakea sericea através de regressão logística.*

Variáveis Independentes	Fonte
Altitude	Carta Militar
Declive	Derivada MDT
Exposição	Derivada MDT
Ocupação do Solo	COS e Foto Interpretação
Distância a Rede Viária	GTF Amarante
Distância a Rede Hidrológica	GTF Amarante
Geologia	LNEG
Precipitação	Atlas do Ambiente
Insolação	Atlas do Ambiente
Geada	Atlas do Ambiente
Histórico de Incêndios	ICNF
Variável Dependente	Fonte
Pontos de <i>Hakea sericea</i>	Reconhecimento de campo

### **Passos seguidos no método da regressão logística**

Para o desenvolvimento do cálculo da Regressão Logística foi necessário, após a reclassificação das variáveis e da variável dependente, relacionar os pontos de presença da *Hakea sericea* com as onze variáveis (potencialmente) explicativas, através da ferramenta *Sample* (Figura 31), fazendo o mesmo para os não pontos (pontos criados aleatoriamente onde não existe *Hakea sericea*), obtendo-se como resultado duas tabelas.

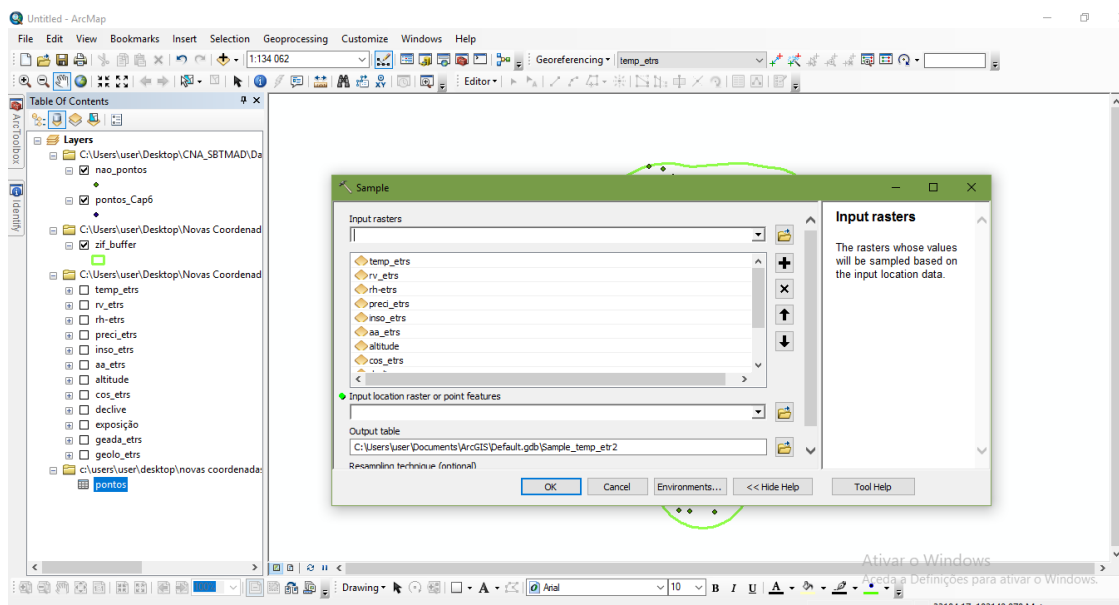


Figura 31 - Ferramenta Sample usada para compilar todas as variáveis com os Pontos e Não Pontos.

Posteriormente, estas tabelas foram exportadas para o Excel e foi adicionado um campo designado "BIN" em ambas, atribuindo o valor 1 aos pontos de presença de *Hakea sericea* e o valor 0 aos não pontos. Este procedimento consiste em transformar a variável dependente num código binário, uma das exigências para o cálculo da regressão logística binária.

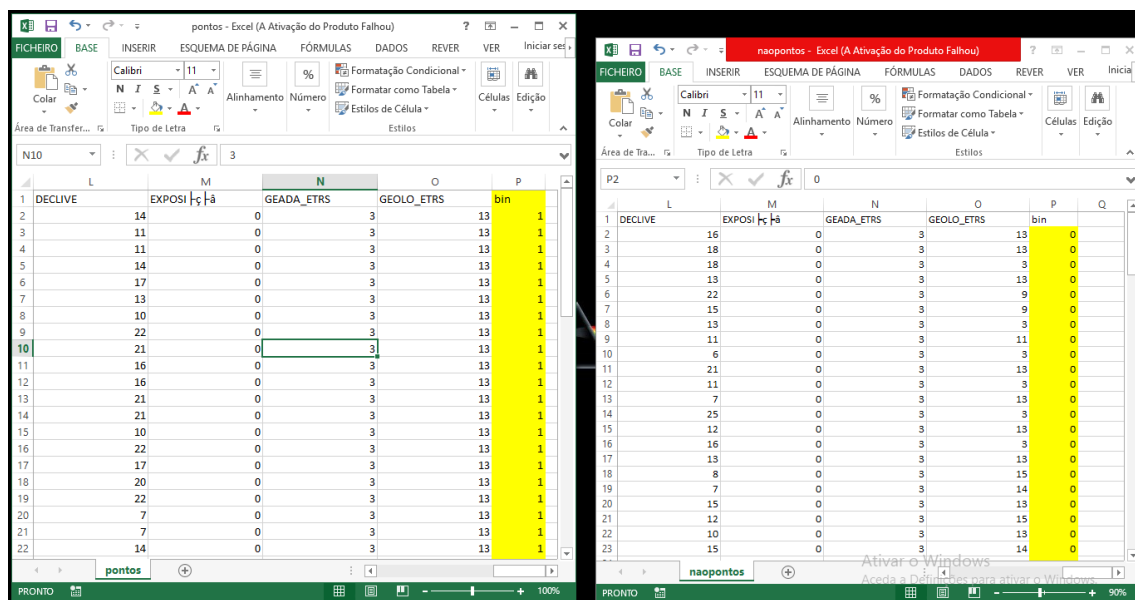


Figura 32 - Criação do Campo BIN em excel, etapa que permite adicionar o valor 0 e 1.

Posto isto, juntou-se toda a informação numa única Tabela, a qual foi transferida para o SPSS Statistics para calcular a regressão logística (Figura 33).

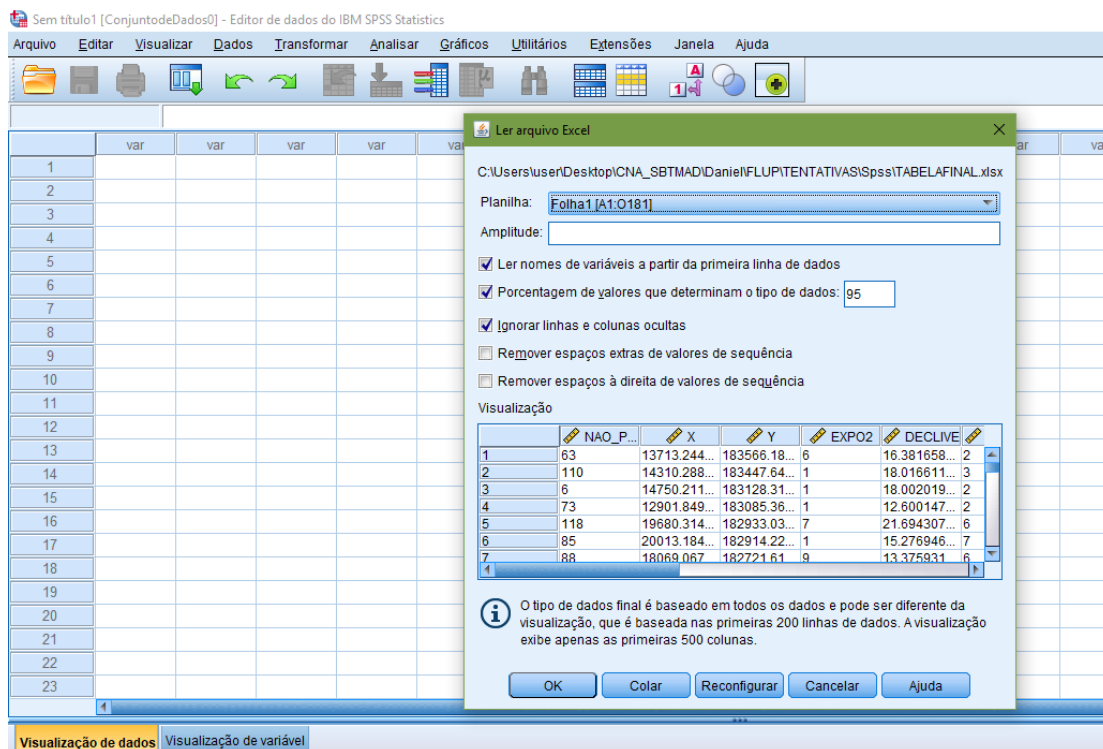


Figura 33 - Abrir as Tabelas em SPSS para aplicar a regressão logística.

Depois de abertos os valores no SPSS, através da ferramenta analisar e regressão logística binária foram obtidos os valores (pesos) a atribuir a cada variável (Figura 34).

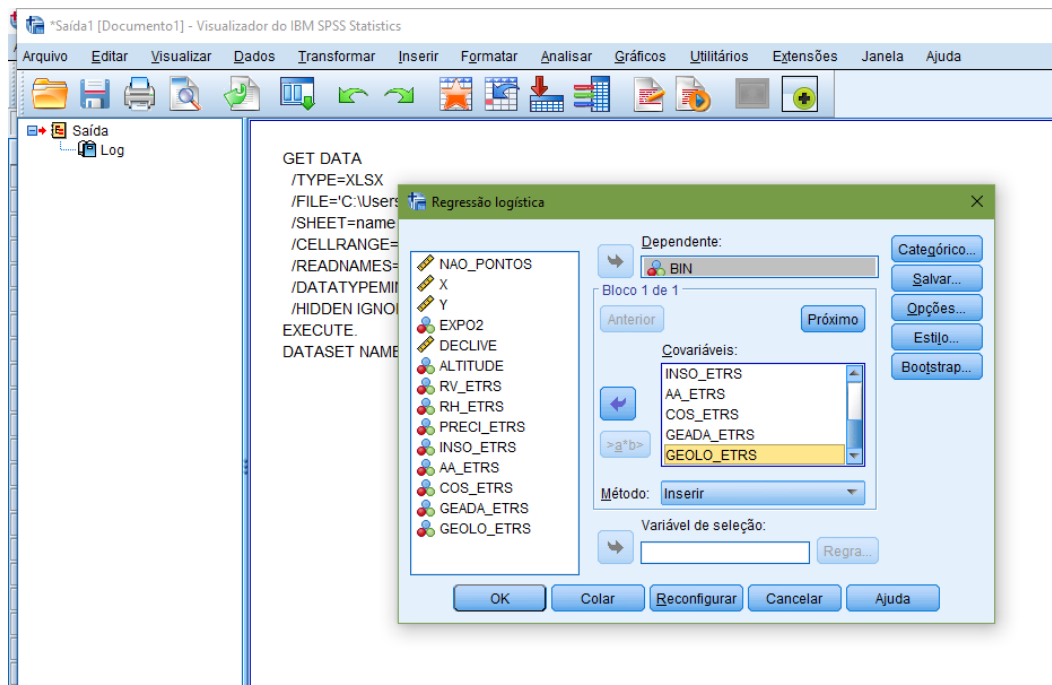


Figura 34 - Cálculo da Regressão Logística Binária.

Na Figura 35 descreve-se de forma resumida os passos seguidos na criação deste modelo de Regressão Logística.

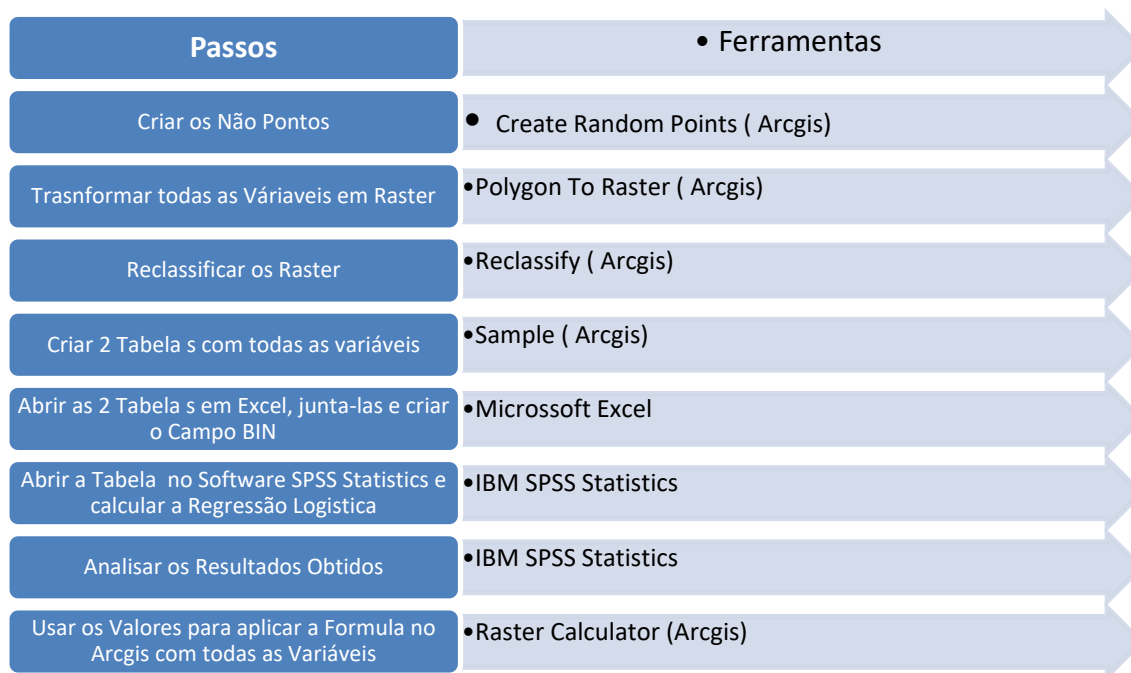


Figura 35 - Passos para a criação do Modelo de Regressão Logística.

### 4.3 - Resultados e discussão

Numa primeira fase, o modelo é apenas relacionado com a constante (variável dependente) e comparado com o modelo com todas as variáveis para determinar se o modelo apenas com a constante é mais apropriado. Neste caso, apenas conseguimos prever com 66.7% de certeza os resultados (tabela 15).

Tabela 15 - Tabela de Classificação apenas com a variável constante

Observado		Previsto		
		BIN		Percentagem correta
		0	1	
BIN	0	120	0	100,0
	1	60	0	,0
Percentagem global				66,7

De entre todos os resultados que são apresentados, devemos ter especial atenção à tabela relativa ao Teste de Hosmer e Lesmeshow, (Tabela 16). Estes autores propuseram um teste de ajustamento muito utilizado na regressão logística que testa como hipótese nula que o modelo é o adequado. Este teste tem como base a divisão dos dados em  $g$  grupos segundo as probabilidades estimadas o que permite verificar que quando o valor do nível de significância é inferior a 0.05, rejeitámos a hipótese nula, dado de que não existem diferenças significativas entre os valores observados e os valores previstos pelo modelo. No nosso caso, o valor é 0.543 que é superior ao nível de significância (0.05), o que

significa que os nossos dados se ajustam ao modelo e as estimativas não são significativamente diferentes dos valores observados (Saraiva, 2017).

*Tabela 16 - Teste de Hosmer e Lemeshow*

Qui-quadrado	df	Sig.
6,940	8	,543

Na Tabela de contingência para o teste de Hosmer e Lemeshow (tabela 17) os valores observados são muito próximos dos valores esperados o que significa que o modelo é ótimo.

*Tabela 17 - Tabela de contingência para teste de Hosmer e Lemeshow*

		BIN = 0		BIN = 1		Total
		Observado	Esperado	Observado	Esperado	
	1	18	17,998	0	,002	18
	2	18	17,982	0	,018	18
	3	18	17,875	0	,125	18
	4	18	17,604	0	,396	18
	5	16	17,042	2	,958	18
	6	17	14,681	1	3,319	18
	7	5	7,521	13	10,479	18
	8	4	4,622	14	13,378	18
	9	3	3,173	15	14,827	18
	10	3	1,502	15	16,498	18

A multicolinearidade é um problema comum em regressões (Santos, 2013), e ocorre quando existe uma forte correlação entre as variáveis independentes. A multicolinearidade numa regressão origina erros padrão elevados, no caso de ser moderada ou severa, ou até mesmo a impossibilidade de qualquer previsão se esta for perfeita. Assim, a presença de multicolinearidade não irá viciar os coeficientes das variáveis explicativas, mas inflacionará os seus erros padrão.

Através da análise da tabela relativa aos testes de Omnibus (Tabela 18) do Modelo de Coeficientes é possível aferir que o p-value ou nível de significância estatística é inferior a 0,05 (5%), o que indica que os preditores têm um efeito significativo.



Tabela 18 - Testes de Omnibus do Modelo de Coeficientes

		Qui-quadrado	df	Sig.
	Passo	128,558	11	,000
	Bloco	128,558	11	,000
	Modelo	128,558	11	,000

Na Tabela Resumo do Modelo (Tabela 19) verifica-se que existe uma relação moderadamente forte entre os preditores e a previsão (70,9%).

Tabela 19 - Tabela resumo do Modelo

Verossimilhança de log -2	R quadrado Cox & Snell	R quadrado Nagelkerke
100,587 <sup>a</sup>	,510	,709

Um modelo de regressão pode ser estatisticamente significativo e não representar a realidade em estudo. Uma das formas de avaliar a eficiência classificativa do modelo é através de Tabelas classificativas (Gonçalves, 2013). A Tabela de classificação (Tabela 20) também é importante pois permite-nos avaliar a capacidade preditiva do modelo, que no nosso caso é de 89.4%, significando que conseguimos prever com cerca de 89.4% de certeza os resultados, sendo que 90% dos pontos de presença da *Hakea sericea* e 89.2% dos não pontos foram classificados correctamente, neste passo já foram usadas todas as variáveis.

Tabela 20 - Tabela de Classificação

Observado		Previsto		
		BIN		Percentagem correta
		0	1	
BIN	0	107	13	89,2
	1	6	54	90,0
Percentagem global				89,4

Relativamente à Tabela das variáveis na equação (Tabela 21) no campo “B” que representa os coeficientes da equação da regressão, a coluna “SIG” permite saber qual das variáveis independentes tem mais ou menos influencia no modelo, quando o valor (p-value) for  $> 0.05$  a variável não contribui significativamente para o modelo. Vemos que as variáveis com mais influência no modelo são: a distância à rede viária e a geada evento que se comprova porque a *Hakea sericea* foi introduzida na área de estudo com o objetivo de fazer sebes. A biologia da espécie revela que esta espécie é muito sensível à geada e os grandes focos de avistamento de *Hakea sericea* correspondem às áreas onde ocorreram

grandes incêndios e com bastantes ocorrências registadas. Por outro lado a altitude, insolação e geologia são as variáveis que menos contribuem para o modelo. Contrariamente com Martins, (2014) no nosso modelo a ocorrência de fogos não é das variáveis mais significativas.

*Tabela 21 - Variáveis na Equação*

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% C.I. para EXP(B)	
								Inferior	Superior
	EXPO2	,117	,088	1,778	1	,182	1,124	,947	1,335
	DECLIVE	,123	,056	4,800	1	,028	1,131	1,013	1,262
	ALTITUDE	-,120	,287	,175	1	,675	,887	,505	1,556
	RV_ETRS	-1,020	,310	10,806	1	,001	,361	,196	,663
	RH_ETRS	,276	,195	2,006	1	,157	1,318	,899	1,932
	PRECI_ETRS	-1,067	,672	2,524	1	,112	,344	,092	1,283
	INSO_ETRS	-,470	,855	,303	1	,582	,625	,117	3,338
	Área Ardida_ETRS	-,192	,236	,659	1	,417	,826	,520	1,311
	Carta_Ocupação_Solo_ETRS	16,769	100,07,260	,000	1	,999	,237	,000	.
	GEADA_ETRS	1,568	,442	12,603	1	,000	4,799	2,019	11,407
	GEOLO_ETRS	-,024	,062	,143	1	,705	,977	,864	1,104
	Constante	-53,263	300,21,779	,000	1	,999	,000		

A análise da curva ROC (Receiver Operating Characteristic) pode ser feita por meio de um gráfico que nos permite estudar a variação da sensibilidade e especificidade para cada valor de cut-off (referência). O objectivo desta análise é identificar ou confirmar a qualidade do ajustamento do modelo. Quando observamos o Gráfico 2 se verificarmos

uma área sob a curva ROC perto de 1, significa que o resultado é bastante satisfatório, uma vez que, quanto mais próxima estiver a curva do canto superior esquerdo, mais verdadeiros positivos e menos falsos negativos iremos ter.

O desempenho do modelo foi então avaliado através da Curva ROC que nos indica que um bom modelo é aquele que engloba uma grande área abaixo da curva. No caso deste modelo, a área abaixo da curva é cerca de 0,937 (Tabela 22) o que aponta para uma capacidade preditiva alta (gráfico 2). Como o valor da área se situa entre 0,9 e 1 dizemos que o modelo tem um poder discriminatório excelente.

Gráfico 2 - Curva ROC

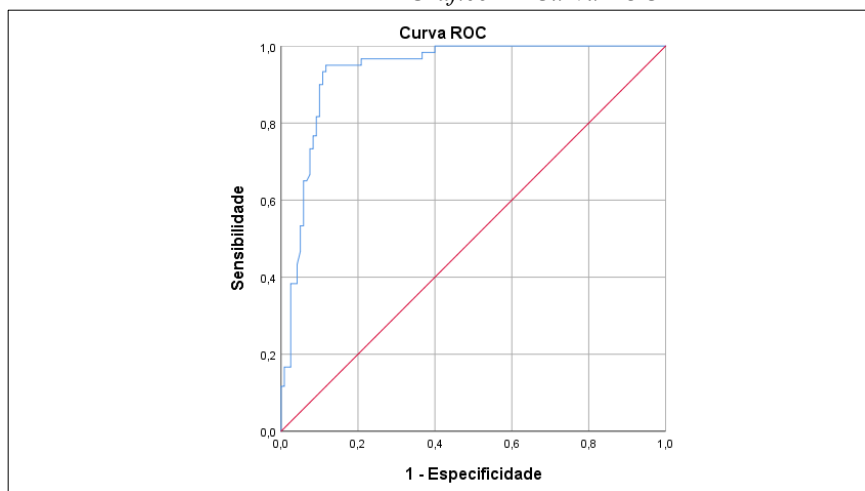


Tabela 22 - Área sob a curva

Área	Erro Erro <sup>a</sup>	Sig. assintótico <sup>b</sup>	Intervalo de Confiança 95% Assintótico	
			Limite inferior	Limite superior
,937	,018	,000	,901	,972

Depois da análise feita a todos os valores, verificamos que todas as variáveis contribuem para o modelo, sendo que algumas contribuem mais que outras como já referido anteriormente. Agora através dos valores da Tabela 21 no campo “b” e aplicando a fórmula da Regressão logística (Figura 36), introduzimos os valores e calculamos usando a ferramenta *raster calculator* do Arcgis (Figura 37) e obtivemos o mapa de suscetibilidade à disseminação da espécie na ZIF do Marão

$$P = 1 / (1 + \text{Exp}((-53.263) + (-0.120 * \text{"altitude"}) + (0.123 * \text{"declive"}) + (0.117 * \text{"expo2"}) + (1.568 * \text{"geada_etrts"}) + (-0.024 * \text{"geolo_etrts"}) + (-1.067 * \text{"preci_etrts"}) + (-0.470 * \text{"inso_etrts"}) + (16.769 * \text{"carta ocupação solo_etrts"}) + (-1.020 * \text{"rv_etrts"}) + (0.276 * \text{"rh_etrts"}) + (-0.192 * \text{"área ardida_etrts"})))$$

Figura 36 - Formula da regressão Logística a aplicar no raster calculator.

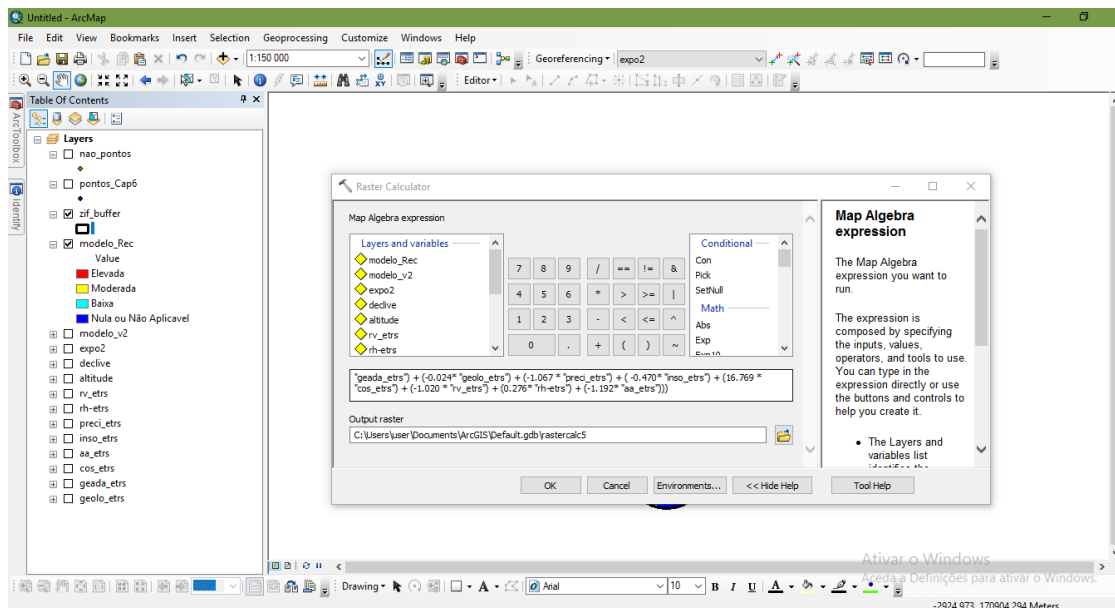


Figura 37 - Ferramenta raster Calculator.

Analisando o resultado da Figura 38, podemos concluir que a mancha de propagação que provoca mais preocupação é a área circundante ao epicentro dos primeiros avistamentos de *Hakea sericea* (segundo os habitantes locais), mancha esta situada a norte, fazendo fronteira com o concelho de Mondim de Basto.



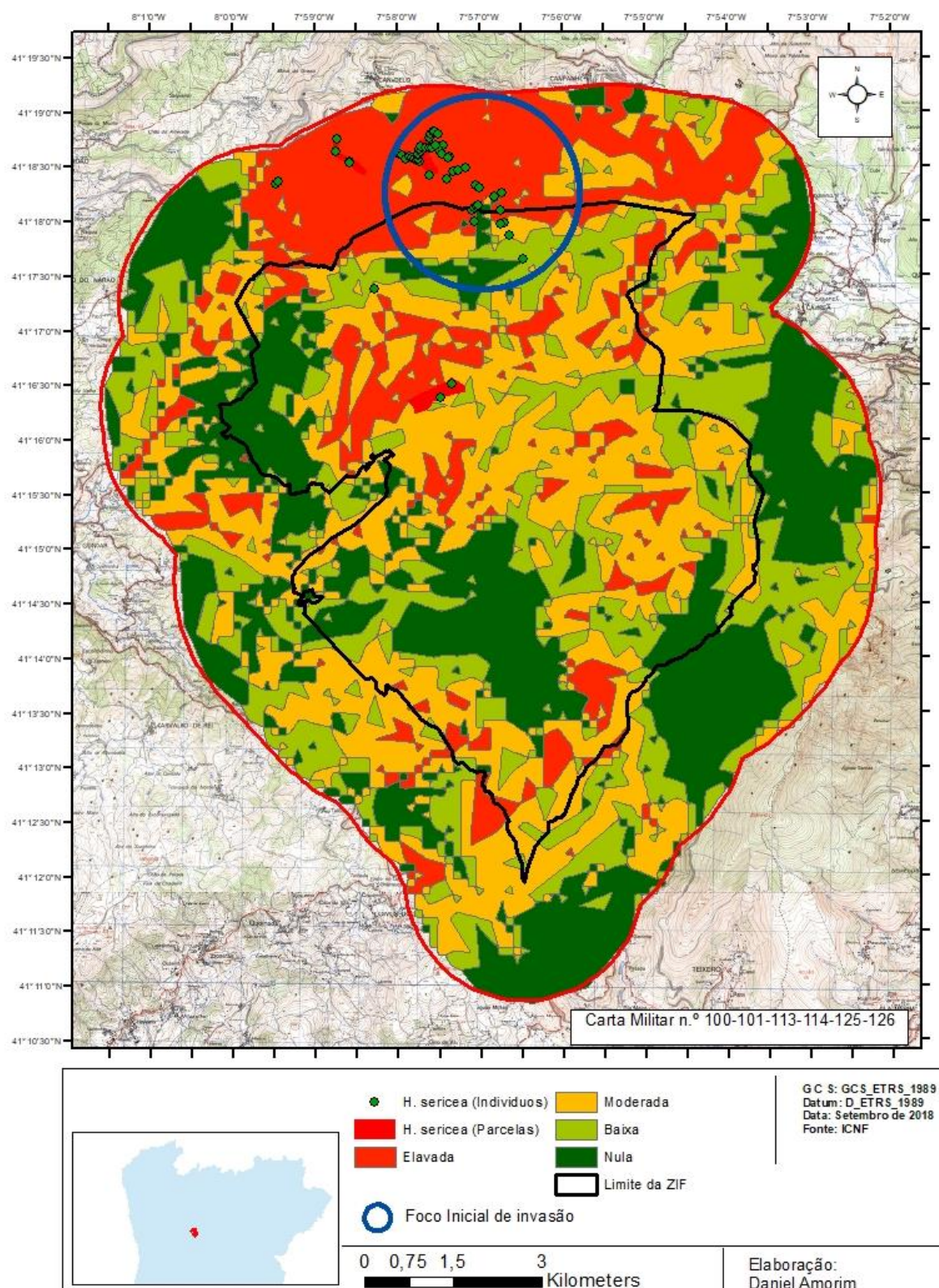


Figura 38 - Mapa de susceptibilidade a propagação da *Hakea sericea* na Área Envolvente da ZIF do Marão.

Pode-se concluir que 18% da área envolvente da ZIF do Marão revela forte aptidão para que esta espécie alastre (Tabela 23). Estes resultados significam que deveria existir uma grande preocupação por parte do concelho limítrofe, concelho de Mondim de Basto, uma vez que, depois de instalada esta espécie ela irá condicionar o desenvolvimento da vegetação nativa e consequentemente limitar as áreas de pastoreio que tanta falta fazem aos habitantes dessas localidades, onde a principal fonte de rendimento são os animais que lá pastoreiam.

*Tabela 23 - Área por classe de susceptibilidade à disseminação da *Hakea sericea* na área envolvente da ZIF do Marão*

<b>Susceptibilidade</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
<b>Elevada</b>	2615,6	18,2
<b>Moderada</b>	4664,7	32,5
<b>Baixa</b>	3205,7	22,3
<b>Nula</b>	3861,8	26,9

De seguida apresento o mapa da susceptibilidade da Zif do Marão para a espécie *Hakea sericea*.



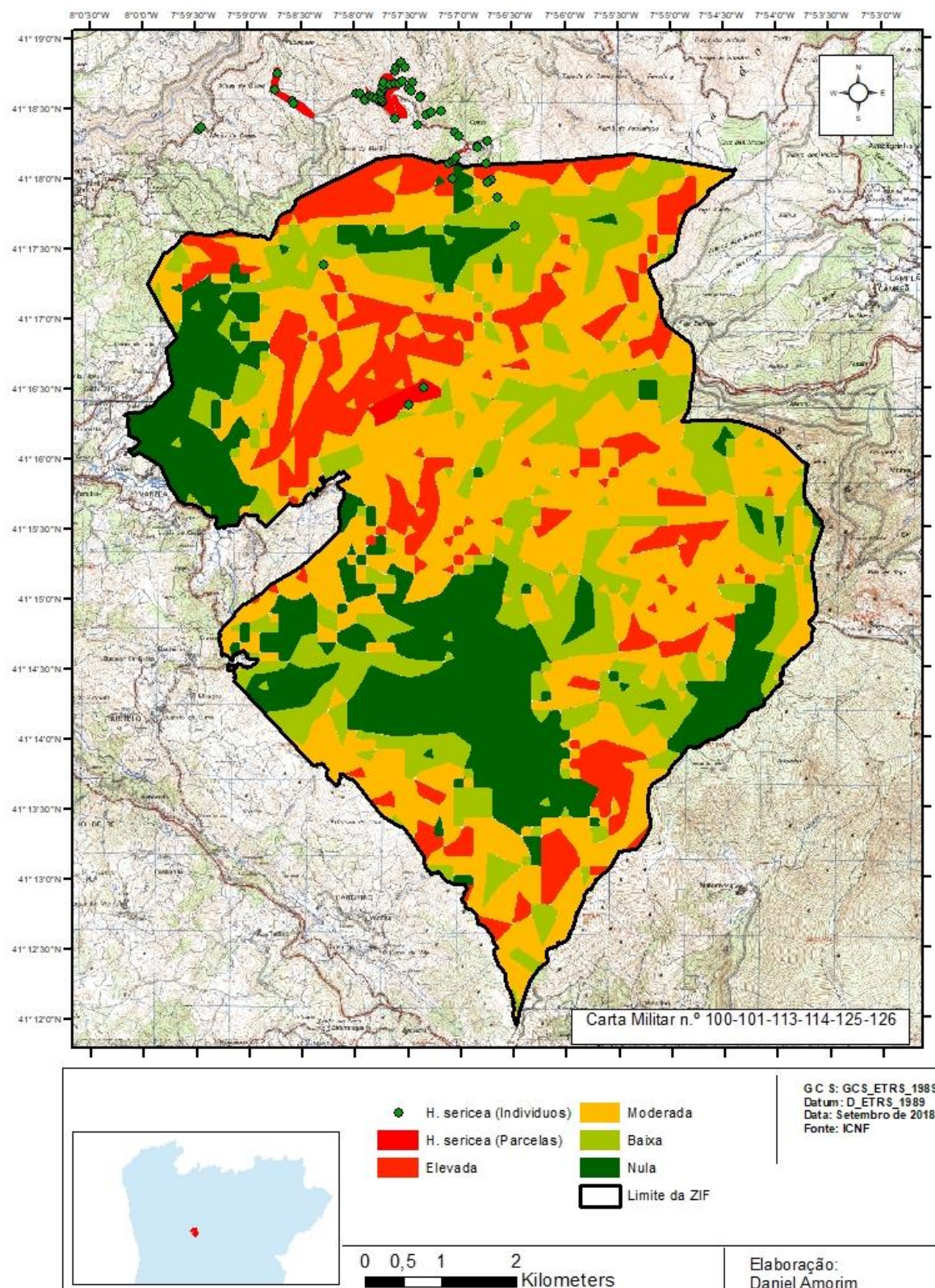


Figura 39 - Mapa de susceptibilidade a propagação da *Hakea sericea* na ZIF do Marão.

Observando o mapa da Figura 39, verificamos que a maior parte da área susceptível à disseminação se situa no setor norte da área de estudo, facto que se justifica com a presença já neste momento da *Hakea sericea* e uma grande ocorrência de incêndios nessa área (renovação de pastagens para os animais). No entanto, é com esta renovação de pastagens que se causam os incêndios favoráveis à propagação desta espécie que com o fogo abrem a semente, condição macro preferencial para o seu alastramento.

Tabela 24 - Área por classe de susceptibilidade à disseminação da *Hakea sericea* na ZIF do Marão

Susceptibilidade	Área (ha)	Área (%)
<b>Elevada</b>	932,13	15,22
<b>Moderada</b>	2545,03	41,57
<b>Baixa</b>	1341,61	21,91
<b>Nula</b>	1302,77	21,28

Concluimos que 15% da área dentro da ZIF do Marão tem aptidão para o desenvolvimento desta espécie invasora objeto de estudo ao longo de todo este trabalho. Cerca de 42% da área não corre o risco de ser invadida por esta espécie, segundo os resultados obtidos (Tabela 24).

De certa forma, para a entidade gestora desta área, são resultados positivos, no entanto, não nos podemos esquecer que os incêndios (condição favorita para o desenvolvimento da *Hakea sericea*), são uma variável impossível de prever, logo a prevenção e sensibilização da população são fatores determinantes para o êxito da gestão da ZIF do Marão.

Sublinha-se que a contenção da invasão pela *Hakea sericea* dentro da ZIF do Marão passará muito pela sensibilização (Figura 40) da população, abordando as formas de como se deve e não se deve eliminar esta espécie e quais os fatores que favorecem a sua propagação com o propósito de evitar o seu alastramento.



Figura 40 - Sessão de sensibilização e Informação da População da ZIF do Marão



## Capítulo 5 - Gestão Florestal da ZIF do Marão

### 5.1 - O condicionamento as outras espécies pela *Hakea sericea* na área de estudo

A invasão biológica por espécies exóticas é considerada a segunda maior causa para a perda da biodiversidade (Marchante & Freitas, 2005).

A *Hakea sericea* foi introduzida na área de estudo no ano de 1960 para a formação de sebes de proteção junto a casa do guarda-florestal do Baldio de Aboadela e também para fins ornamentais (Comunicação oral da Equipa de Sapadores do Baldio de Aboadela SF-23-115), e atualmente, com o contributo da ocorrência de fogos e da insuficiente gestão por parte dos proprietários florestais/agrícolas, a disseminação desta invasora alastrou-se a outras áreas da ZIF do Marão. Esta espécie invasora prejudica gravemente a fauna e flora nativa, particularmente, as espécies que servem de alimento aos animais que usam a área para pastoreio, colocando desta forma todo o ecossistema em causa (Marchante & Freitas, 2005). Esta espécie pode condicionar o desenvolvimento económico da área de estudo, por exemplo, ocupando as parcelas aptas para produção de lenho, provocar impactos na saúde pública, uma vez que o contacto com esta espécie provoca intensa comichão no corpo além de ser extremamente picante. A principal preocupação é o impacto no ecossistema, reduzindo a biodiversidade, mediante a redução ou eliminação das espécies nativas da Serra do Marão. (Marchante, Morais, Freitas, & Marchante, 2008)

Uma enorme campanha foi iniciada na África do Sul em 1996, chamada de programa "Trabalhando pela Água". O objetivo deste programa era aumentar e sustentar o abastecimento de água, controlando plantas invasoras alienígenas de todos os rios, áreas húmidas, bacias hidrográficas e outros recursos hídricos em todo o país. Plantas invasoras alienígenas, especialmente *Hakea sericea*, é conhecida por reduzir o escoamento de água (Gordon, 1999).

Apesar de não existirem estudos concretos sobre a perda de visitantes em termos de Turismo e perda da biodiversidade em termos de Flora e Fauna, por observação direta, na área de estudo verificamos que *Hakea sericea* destrói e altera os serviços ecossistêmicos, afeta a agricultura e a pastorícia, e reduz drasticamente a biodiversidade nativa, porque compete pela luz solar e ao desenvolver-se em maior número impossibilita o desenvolvimento das outras espécies nativas o caso da Urze e do Pinheiro Bravo, deste modo compila algumas condições para que possivelmente o turismo diminua na área, ao deixar de ser tao atrativo do ponto de vista da flora e fauna para os amantes deste tipo de turismo.

## **5.2 - Propostas para a erradicação/mitigação da *Hakea sericea* na ZIF do Marão**

Um dos métodos que costuma apresentar maior sucesso para o controlo da *Hakea sericea* é a técnica de corte e queima, em que as plantas adultas são cortadas e deixadas por 12 a 18 meses antes de serem queimadas. Após o corte das plantas, os frutos, que se acumularam durante a vida da planta, abrem-se e as sementes caem no chão. As sementes liberadas germinarão no inverno seguinte. A área deve então ser queimada antes das plantas se tornarem reprodutivamente maduras (12-18 meses). Não sendo possível a queima (por exemplo, por o local não reunir condições para se fazer fogo controlado quer do ponto de vista técnico, quer do ponto de vista das comunidades nativas existentes), pode recorrer-se a outro método que destrua as jovens plantas (e.g., destroçamento, corte raso).

Uma ou duas operações de acompanhamento são necessárias após a queima para eliminar qualquer hipótese de regeneração da planta. Esta é uma fase extremamente importante da operação, pois garante que nenhuma planta seja deixada no solo para produzir sementes viáveis. Embora este seja um método de controlo muito eficaz, o aumento das intensidades de fogo usando esta técnica pode ter um efeito negativo sobre os ecossistemas sensíveis (Breytenbach, 1989). Não é aconselhável cortar e deixar as plantas cortadas por queimar, pois é necessário destruir qualquer planta que possa germinar (Breytenbach, 1989).

## **5.3 - Proposta de gestão florestal vantajosa para a ZIF controlando as invasoras.**

A importância deste estudo vai no sentido de dar resposta a obrigação que tem o Secretariado dos Baldios de Trás os Montes e Alto Douro enquanto entidade gestora desta ZIF de identificar os focos de invasão desta espécie para aplicar um plano de gestão e combate a esta invasora. Apenas desta forma, será possível uma contenção do problema contribuindo para uma gestão mais sustentável da área de estudo.

O Secretariado dos Baldios de Trás os Montes e Alto Douro propõe-se desenvolver um plano de controlo desta espécie através do método de corte da planta, queima de sementes e complementar com uso de fogo controlado assim que haja germinação das plantas. Essas ações irão obedecer a um cronograma de trabalhos que ira ser criado. e fomentar campanhas de sensibilização junto dos proprietários florestais, pastores e população em geral que constituem esta ZIF. Alertar também os pastores que com as queimadas que fazem para renovar o pasto para os seus animais estão a agravar ainda mais o problema de propagação desta espécie se os locais que estão a queimar coincidir com as onde existe a presença de *Hakea sericea*. Deste modo uma produção sustentável de 6122ha na área da ZIF será possível e também com o objetivo de assegurar os bons pastos usados para a pastorícia.

## Capítulo 6 - Conclusão

De modo a conseguir criar um modelo de propagação de *Hakea sericea* foi usada neste relatório uma metodologia baseada na regressão logística binária tendo como área de estudo a ZIF do Marão.

A análise realizada teve como objectivo encontrar os principais fatores que influenciam a propagação da *Hakea sericea* na ZIF do Marão.

Os resultados obtidos neste estudo foram ao encontro dos objectivos propostos e demonstram que é possível modelar a propagação da *Hakea sericea* com recursos a variáveis e com base na caracterização física da região.

Para construir o modelo regressão logística multivariável usamos as variáveis, Precipitação, Geadas, Insolação, Ocupação do Solo, Rede Viária, Rede Hidrográfica, Área Ardida, Declive, Exposição, Altitude e a Geologia.

Os resultados obtidos pelo teste de Hosmer and Lemeshow permitem concluir que o modelo se ajusta aos dados e a área sob a curva ROC indica um bom poder discriminatório dado que a área sob a curva ROC é 0,93. Verificamos que 89.4% dos pontos de presença de *Hakea sericea* foram bem classificados pelo modelo e 90% dos não pontos também foram bem classificados.

Na execução das tarefas do presente relatório surgiram algumas dificuldades, nomeadamente no levantamento de dados no campo, devido aos acessos difíceis.

Na ZIF do Marão nota-se que a *Hakea sericea* altera tudo a sua volta e temos de tomar atitudes de forma a privilegiar a gestão sustentável da ZIF do Marão. Esta espécie invasora deve ser gerida na área da ZIF o que implica intervenções de controlo e ações de sensibilização e informando a população tanto sobre os métodos mais eficazes (corte + queima + fogo controlado) de controlo como sobre as suas ações que podem potenciar o alastramento da espécie (e.g., queimadas), impedindo-os desta forma de agravar ainda mais o problema por desconhecimento.

Com o estudo realizado percebemos que as variáveis que mais influenciam a propagação de *Hakea sericea* são a geada e a distância à rede viária. Em comparação com os resultados referidos por Paredes (2015), a *Hakea sericea* prefere a exposição sul para ter mais horas de sol, tem preferência por solos húmidos e é estimulada pela ocorrência de fogos o que se revela ligeiramente diferente ao que registamos. A relação que a *Hakea sericea* tem com estas variáveis de estudo permite conhecer os locais onde a susceptibilidade é superior, a *Hakea sericea* não tem tendência a fixar-se junto a rede viária por si só, ela aparece junto a rede viária porque foi assim que entrou na área de estudo, através da plantação pelos locais com plantações de fins ornamentais, para proteger as culturas dos animais e/ou impedir a sua entrada nas propriedades. Por outro lado, variáveis como a altitude, a ocupação do solo e a insolação são as variáveis que menos contribuem para o modelo.

Os resultados obtidos apresentam consistência, tendo em conta a análise feita das variáveis usadas na cada metodologia e dos resultados obtidos. Considera-se assim que o trabalho elaborado é um contributo que pode ser aplicado na Gestão Florestal Sustentável da ZIF do Marão.



## Glossário

**Espécie** - conjunto de indivíduos inter-reprodutores com a mesma morfologia hereditária e um ciclo de vida comum, incluindo quaisquer subespécies ou as suas populações geograficamente isoladas;

**Espécie invasora** - espécie suscetível de, por si própria, ocupar o território de uma forma excessiva, em área ou em número de indivíduos, provocando uma modificação significativa nos ecossistemas;

**Espécie Não Indígena**- qualquer espécie, da flora ou da fauna, não originária de um determinado território e nunca aí registada como ocorrendo naturalmente e com populações auto-sustentadas durante os tempos históricos.

**Espécie Nativa**- planta que é natural, própria da região em que vive, ou seja, que cresce dentro dos seus limites naturais incluindo a sua área potencial de dispersão.

**Raster**-são imagens que contêm a descrição de cada *pixel*, em oposição aos gráficos vectoriais.

**Regressão Logística**- é uma técnica de análise de dados cuja variável dependente (pontos de ignição) é dicotómica ou binária.

**Risco ecológico** - impacte negativo potencial, suscetível de causar uma modificação significativa nos ecossistemas de um dado território;

**Sistemas de Informação Geográfica (SIG)** - Um sistema de ferramentas poderoso que permite recolher, guardar, encontrar, pesquisar, transformar e visualizar dados espaciais do mundo real.

## Bibliografia

- Alonso, M. A.; Montoso, J. A.; Maqua, M<sup>a</sup> P.A.; [et al] – Guía para la elaboración de estudios del medio físico. 3<sup>a</sup> Edição. Madrid: Centro de Publicaciones Secretaria General Técnica Ministerio de Medio Ambiente, 2006. ISBN 84-8320-374-X.
- Beadle NCW, 1940. Soil temperatures during forest fires and their effect on the survival of vegetation. *Journal of Ecology*, 28:180-192.
- Bulte, E. H., van Soest, D., & van Kooten, G. (2000). Economics, endangered species and biodiversity loss: The dismal science in practice. *The Future of Biodiversity: Merging Economic, Ecological and Ethical Viewpoints*, 123-142.
- Breytenbach GJ, 1989. Alien control: can we afford to slash and burn Hakea in fynbos ecosystems *South African Forestry Journal*, 151:6-16.
- Biologia da germinação das invasoras hakea salicifolia e hakea sericea C. Pepo<sup>1</sup>, A. Monteiro<sup>1</sup>, P. Forte<sup>1</sup> e G. Teixeira<sup>2</sup>. Pepo et al. 2009.
- Correia, A. V., & Oliveira, Â. C. (2003). Principais Espécies Florestais com Interesse para Portugal - zonas de influência atlântica. Lisboa: Direcção Regional das Florestas.
- Decreto-Lei n.º 127/2005 de 5 de Agosto. Diário da República n.º 150/2005, Série I-A de 2005-08-05. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas.
- Decreto de Lei n.º 67 de 2017 de 12 de Junho. Diário da República n.º 113/2017, Série I de 2017-06-12. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas.
- Decreto de Lei n.º 27 de 2014 de 18 de Fevereiro. Diário da República n.º 34/2014, Série I de 2014-02-18. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas.
- Decreto de Lei n.º 565 de 1999 de 21 de Dezembro. Diário da República n.º 295/1999, Série I-A de 1999-12-21. Ministério do Ambiente.
- Esler K.J., van Wilgen B.W., te Roller K.S., Wood A.R., & van der Merwe J.H. (2009) A landscape-scale assessment of the long-term integrated control of an invasive shrub in South Africa. *Biological Invasions*, 12, 211–218.
- Fugler SR, 1979. Some aspects of the autecology of three Hakea species in the Cape Province, South Africa. MSc thesis, University of Cape Town, South Africa.
- Gonçalves, A. M. (2013). *Regressão Logística Aplicada à Pesquisa*. Coimbra: Universidade de Coimbra.

- Gordon AJ, 1993. The impact of the hakea seed-moth *Carposina autologa* (Carposinidae) on the canopy-stored seeds of the weed *Hakea sericea* (Proteaceae). *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 45(1-2):105-113.
- Gordon, A.J., 1999. A review of established and new insect agentes for the biological control of *Hakea sericea* Schrader (Proteaceae) in South Africa. In: Olckers, T., Hill, M.P. (Eds.), *Biological Control of Weeds in South Africa (1990–1998)*, African Entomology Memoir No 1. Entomological Society of southern Africa, pp. 35–43.
- Gordon AJ, 2003. Biology and host range of the stem-boring beetle *Aphanasium australe*, a promising agent for the biological control of *Hakea sericea* in South Africa. *BioControl*, 48(1):113-122.
- Hosmer, D. W.; Lemeshow JR., S. 1989- *Applied logistic regression*, John Wiley & Sons, New York.
- KLuge, RL. (1991) - *Biological-Control of Hakea-sericea (proteaceae) in South-Africa*. *Australian Journal of Ecology*.
- Julião, R. P. (2009). *Guia Metodológico para a produção de cartografia Municipal e de risco para a criação de sistemas de informação geográfica de base municipal*. Autoridade Nacional de Protecção Civil.
- Louro, G., Marques, H., & Salinas, F. (2002). *Elementos de Apoio à elaboração de Projetos Florestais*. Lisboa: Direção Regional das Florestas.
- Macdonald IAW; Richardson DM, 1986. Alien species in terrestrial ecosystems of the fynbos biome. In: Macdonald IAW, Kruger FJ, Ferrar AA, eds. *The ecology and management of biological invasions in southern Africa*. Cape Town, South Africa: Oxford University Press, 77-91.
- Marchante, H., 2001, *Invasão dos ecossistemas dunares portugueses por Acacia: uma ameaça para a biodiversidade nativa*. Dissertação de Mestrado em Ecologia. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.
- Marchante, E., Freitas, H., Marchante, H., 2008, *Guia prático para a identificação de plantas invasoras de Portugal Continental*. Imprensa da Universidade de Coimbra, Coimbra, 183pp.
- Marchante, H., Marchante, E., Freitas, H., 2005a, *Invasive plant species in Portugal: an overview*. In *Invasive Plants in Mediterranean Type Regions of the World*. Council of Europe, Mèze, France.

Marchante, H., Marchante, E., Freitas, H., 2005b, Plantas Invasoras em Portugal: fichas para identificação e controlo, dos autores. Coimbra: Universidade de Coimbra.

Martins, Márcia (2016). *Susceptibilidade aos Incêndios Florestais no Concelho de Felgueiras*. Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica e Ordenamento do Território. Universidade do Porto

Matos, J. (2008). Fundamentos de Informação Geográfica. Lidel.

Martins, J.P. (2008). Tese de Mestrado em Ecologia, Ordenamento e Ambiente, Invasion by *Hakea sericea* Schrad. in Western Iberia: drivers, patterns and relation with fire – a multiscale spatial modelling framework, 2014.

Morris M.J. (1989) A method for controlling *Hakea sericea* Schrad. seedlings using the fungus *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. *Weed Research*, 29, 430–459.

Neser S; Kluge RL, 1986. The importance of seed-attacking agents in the biological control of invasive alien plants. In: Macdonald IAW, Kruger FJ, Ferrar AA, eds. *The ecology and management of biological invasions in southern Africa*. Cape Town, South Africa: Oxford University Press, 285-293.

Partidário, M. R. (1999). *Introdução ao ordenamento do território*. Lisboa: Universidade Aberta.

Paredes, C.A. (2015). *Cartografia para a Monitorização e Controlo de Áreas de hakea sericea com Processos de Detecção Remota (satélite e drone)*. Tese de Doutoramento. Universidade de Vigo.

Richardson DM; Macdonald IAW; Forsyth GG, 1989. Reductions in plant species richness under stands of alien trees and shrubs in the fynbos biome. *South African Forestry Journal*. 149:1-8.

Richardson, DM (1985) - Predicting Pathogen-induced mortality in *Hakea-sericea* (proteaceae), An Aggressive Alien Plant Invader in South-Africa. *Annals of Applied Biology* .

Santos, RB (2013- *Econometria tópico 3, Regressão Múltipla, Quebra de Pressupostos: Multicolinearidade*. Universidade Federal do Pará.

Saraiva, M. (2017). *Métodos de Estatística Aplicada*. Porto: Universidade do Porto.

Silva, J. S., & Páscoa, F. (2002). *Manual de Sivilcultura para a prevenção e incêndios*. Lisboa: Direção de Serviços de Valoração do Património Florestal. DGF-Lisboa



- Sousa, Manuel Fernando Neiva (2009), Physiological and molecular studies on the invader *Hakea sericea* – a contribution for its control. U. Minho.
- Sousa M.F., Façanha A.R., Tavares R.M., Lino-Neto T., & Gerós H. (2007) Phosphate transport by proteoid roots of *Hakea sericea*. *Plant Science*, 173, 540–567.
- Sousa M.F., Tavares R.M., Geros H., & Lino-Neto T. (2004) First report of *Hakea sericea* leaf infection caused by *Pestalotiopsis funerea* in Portugal. *Plant Pathology*, 53, 522–544.
- Specht RL; Rayson P, 1957. Dark Island Heath (Ninety-mile plain, South Australia). I. Definition of the eco-system. *Australian Journal of Botany*, 5:52-85.
- Swain VM; Prinsloo GL, 1986. A list of phytophagous insects and mites on forest trees and shrubs in South Africa. *Entomology Memoir*, Department of Agriculture and Water Supply, Republic of South Africa, No. 66:vi + 91pp.
- Webb C.J., Sykes W.R., & Garnock-Jones P.J. (1988) *Flora of New Zealand*. Volume IV, Naturalised Pteridophytes, Gymnosperms, Dicotyledons. Available at <http://floraseries.landcareresearch.co.nz/>. Last viewed in 22/06/2017
- Wilgen BW van; Richardson DM, 1985. The effects of alien shrub invasions on vegetation structure and fire behaviour in South African fynbos shrublands: a simulation study. *Journal of Applied Ecology*, 22(3):955-966

## **Bibliografia Digital**

- <http://www.anbg.gov.au/gnp/gnp3/hakea-sericea.html>, consultado em Março 2018;
- [www.uc.pt/invasoras](http://www.uc.pt/invasoras), consultado em Maio 2018;
- <https://www.cabi.org/ISC/datasheet/27302>, consultado em Maio de 2018;
- <http://www.icnf.pt/portal/florestas/gf/zif>, consultado em Março 2018;
- [www.ivansoras.pt](http://www.ivansoras.pt), consultado em Março 2018;
- PMDFCI de Chaves disponível em: <http://www.chaves.pt/pages/378> , consultado em Março 2018;
- Plano Regional de Ordenamento Florestal do Barroso e Padrela, disponível em: <http://www2.icnf.pt/portal/florestas/profs/barr-padr>. Consultado em Maio de 2018;
- Plano Regional de Ordenamento Florestal da região Centro litoral, disponível em: <http://www2.icnf.pt/portal/florestas/profs/centr-lit>. Consultado em Maio de 2018;
- [www.icnf.pt](http://www.icnf.pt)- consultado em Maio de 2018;
- <http://sniamb.apambiente.pt/webatlas/>, consultado em Maio de 2018;
- <https://www.australia.com/pt-br/facts/weather.html>
- <http://www.thinkfn.com/wiki/index.php?title=Multicolinearidade&action=edit>
- [https://pt.slideshare.net/RicardoSantos11/06-tpico-5-heterocedasticidade?next\\_slideshow=1](https://pt.slideshare.net/RicardoSantos11/06-tpico-5-heterocedasticidade?next_slideshow=1)